

**Министерство образования и науки РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**  
к разработке курсовой работы на тему:

**ПРОИЗВОДСТВО ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ**

по дисциплине «Технологические процессы в строительстве»  
для всех форм подготовки бакалавров  
по направлению 08.03.01 «Строительство»

Москва 2016г.

Составитель: старший преподаватель А.С. Комиссарова

Научный редактор: профессор, к.т.н. В.Д. Копылов

## Оглавление

<b>I. Цели и назначение курсовой работы .....</b>	<b>4</b>
<b>II. Общие указания к оформлению пояснительной записки .....</b>	<b>4</b>
1. <i>Исходные данные для технологического проектирования.....</i>	5
2. <i>Определение положения линии нулевых работ.....</i>	5
3. <i>Определение объёмов работ по вертикальной планировке.....</i>	6
4. <i>Определение объёмов земляных масс при разработке котлована.....</i>	8
4.1. <i>Определение геометрического объёма грунта в котловане.....</i>	10
4.2. <i>Определение геометрического объёма грунта пандуса (съезда).....</i>	10
4.3. <i>Определение общего объёма грунта в котловане .....</i>	10
4.4. <i>Определение объёма грунта обратной засыпки .....</i>	10
5. <i>Составление сводного баланса.....</i>	11
6. <i>Перерасчёт средней отметки планировки .....</i>	12
7. <i>Распределение грунта в котловане .....</i>	12
8. <i>Распределение земляных масс на площадке, составление картограммы перемещения земляных масс.....</i>	13
9. <i>Определение средней дальности перемещения грунта .....</i>	15
10. <i>Выбор материально – технических ресурсов.....</i>	17
10.1. <i>Машины для вертикальной планировки строительной площадки.....</i>	17
10.2. <i>Машины для разработки грунта в котловане.....</i>	18
10.3. <i>Расчёт требуемого количества автосамосвалов.....</i>	19
11. <i>Расчёт экономической эффективности вариантов комплексной механизации .....</i>	20
12. <i>Технологическая карта на земляные работы.....</i>	21
12.1. <i>Область применения .....</i>	21
12.2. <i>Организация и технология выполнения работ .....</i>	21
12.3. <i>Ведомость объёмов работ .....</i>	23
12.4. <i>Калькуляция затрат труда и машинного времени.....</i>	23
12.5. <i>Материально-технические ресурсы.....</i>	23
12.6. <i>График производства работ .....</i>	24
12.7. <i>Требования к качеству приёмки работ .....</i>	24
12.8. <i>Техника безопасности .....</i>	25
12.9. <i>Технико-экономические показатели .....</i>	25
12.10. <i>Технологические схемы .....</i>	26
<b>III. Общие указания к оформлению графической части .....</b>	<b>26</b>
<b>VI. ПРИЛОЖЕНИЯ.....</b>	<b>27</b>
<b>Список литературы: .....</b>	<b>45</b>

## **I. Цели и назначение курсовой работы**

Дисциплина «Технологические процессы в строительстве» относится к базовой части профессионального цикла и является обязательной к изучению ООП бакалавра по направлению 08.03.01 «Строительство».

Целью выполнения курсовой работы является освоение теоретических основ методов выполнения отдельных производственных процессов с применением эффективных строительных материалов и конструкций, современных технических средств, прогрессивной организации труда рабочих.

Курсовая работа выполняется студентом в процессе аудиторных занятий (в часы, отведенные для курсового проектирования), самостоятельной работы и индивидуальных консультаций с преподавателем. Она предусматривает разработку технологической карты строительного процесса и предназначена для закрепления учебного материала, излагаемого на лекциях.

Курсовая работа способствуют развитию у студентов навыков самостоятельного решения инженерных задач, поиску оптимальных решений, научного подхода к решению поставленных задач с привлечением INTERNET-ресурсов, умению пользоваться учебной, нормативной и справочной литературой.

Задания на курсовую работу выдаются преподавателем, проводящим лекционные занятия или преподавателем, ведущим занятия по курсовому проектированию индивидуально каждому студенту.

Последовательность выполнения курсовой работы:

- изучение учебного материала по конкретной теме работы по конспекту лекций, учебнику, учебному пособию, методическим указаниям и нормативной литературе.
- решение технических задач, входящих в курсовую работу, в эскизных вариантах.
- корректировка решений и исправление ошибок (если они имеются), в соответствии с указаниями преподавателя в период консультаций.
- оформление курсовой работы в виде пояснительной записки, содержащей расчеты, пояснения, указания, и графической части.

## **II. Общие указания к оформлению пояснительной записки**

Материалы курсовой работы оформляются от руки или в виде компьютерного набора на листах формата А-4 (пояснительная записка). Обязательно составляется оглавление разделов с указанием номеров страниц пояснительной записки.

Оформление титульного листа производится студентом по форме, указанной в приложении 1 методических указаний.

## 1. Исходные данные для технологического проектирования

Студент получает задание на технологическое проектирование, в котором указаны размеры строительной площадки, наименование грунта, размеры и местоположение здания, схема размещения фундамента здания в котловане, глубина котлована, высота фундаментной плиты, высота бетонной подготовки, материал и высота подсыпки, расстояние до карьера.

После ознакомления с заданием студент вычерчивает план строительной площадки с разбивкой на квадраты со сторонами 100x100 м на миллиметровой бумаге формата А3 в масштабе 1:2000.

Также требуется показать положение котлована на строительной площадке.

## 2. Определение положения линии нулевых работ

На плане строительной площадки в вершинах квадратов указываются рабочие отметки (см. рис.1)

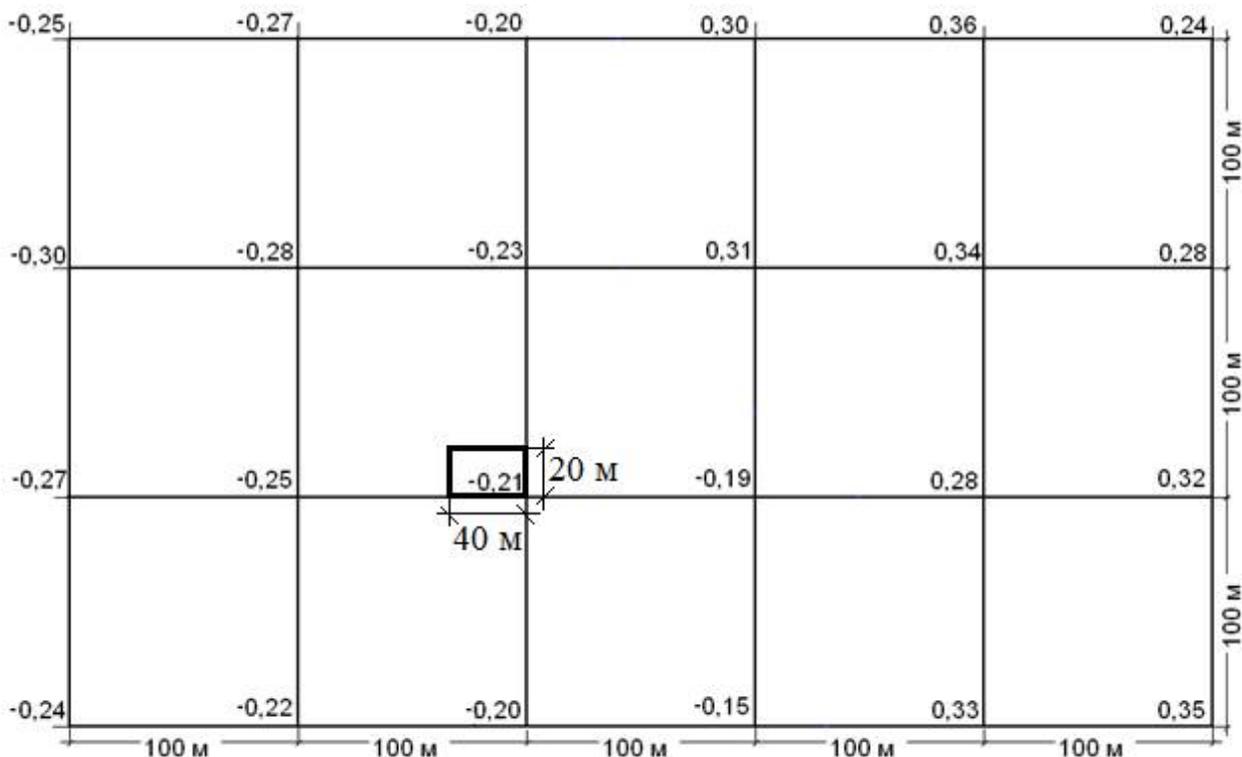
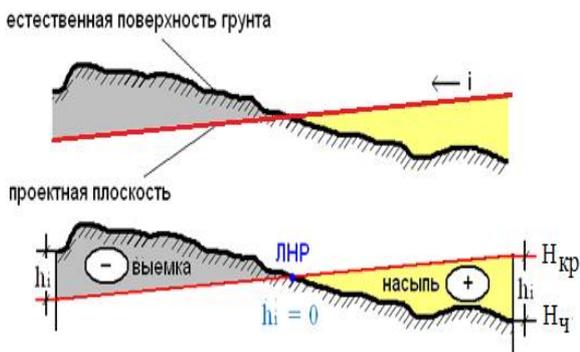


Рисунок 1. План строительной площадки с рабочими отметками.



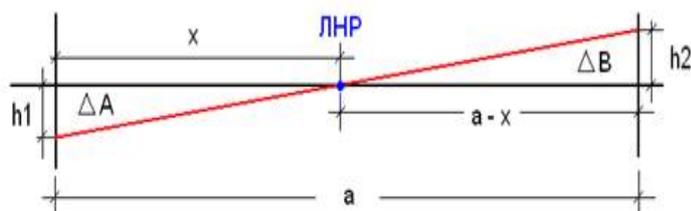
Рабочие отметки принято указывать следующим образом:

рабочие отметки	Чёрные отметки	$h_i$	$H_{ч}$
	Красные отметки		$H_{кр}$

Чёрные отметки являются отметками естественной поверхности земли, а красные отметки – это отметки проектной плоскости. Рабочие отметки находятся по формуле:

$$h_i = H_{кр} - H_{ч.}$$

Рабочие отметки с отрицательным знаком показывают зоны выемки (АКТИВ), а рабочие отметки с положительным знаком показывают зоны насыпи (ПАССИВ). Линия нулевых работ появляется в местах пересечения проектной плоскости с естественной поверхностью грунта.



Исходя из подобия треугольников  $\Delta A$  и  $\Delta B$ , можно составить уравнение:

$$h_2 : h_1 = (100-x) : x$$

Расчёты проводятся каждый раз, когда рабочие отметки в вершинах квадратов строительной сетки меняют знак. Линия нулевых работ наносится на план строительной площадки (см. рис.2).

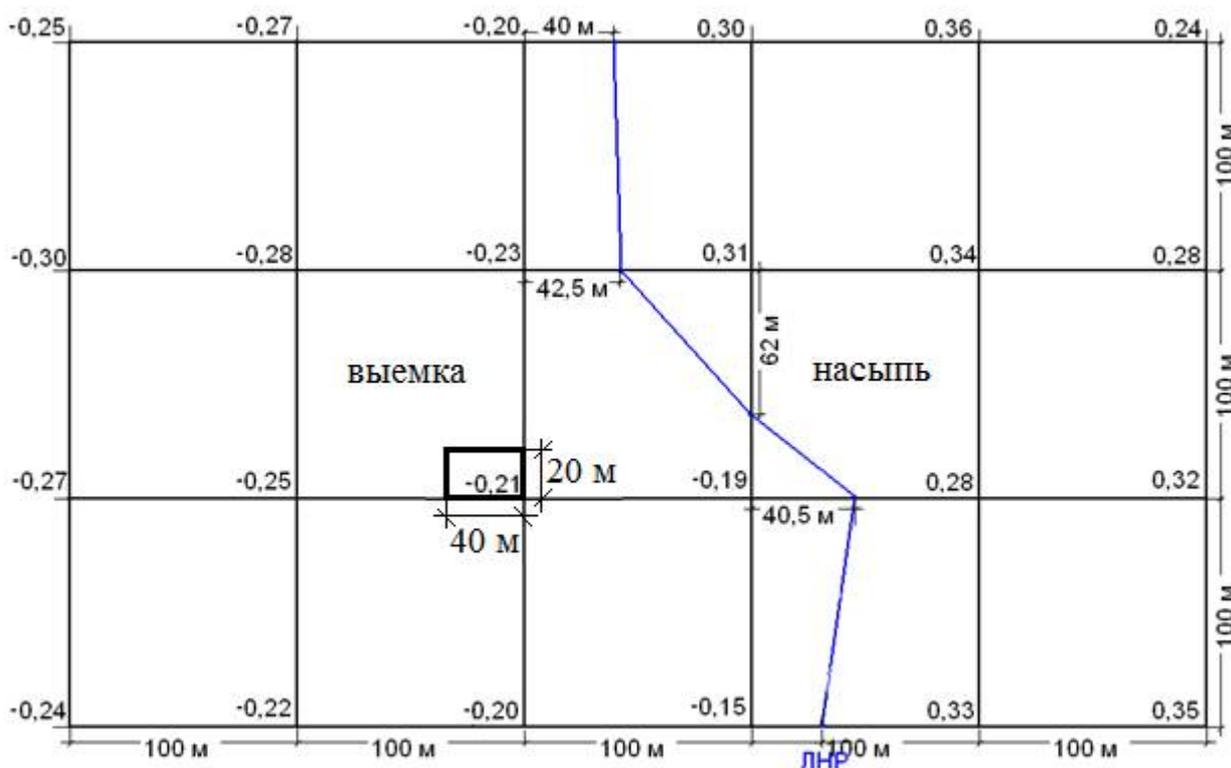


Рисунок 2. План строительной площадки с рабочими отметками и линией нулевых работ, разделяющей зону выемки и зону насыпи.

### 3. Определение объёмов работ по вертикальной планировке

На плане строительной площадки следует указать номера фигур (см.рис.3). По имеющимся фигурам производится расчёт объёмов грунта. Результаты вычислений заносятся в ведомость (таблица 1).

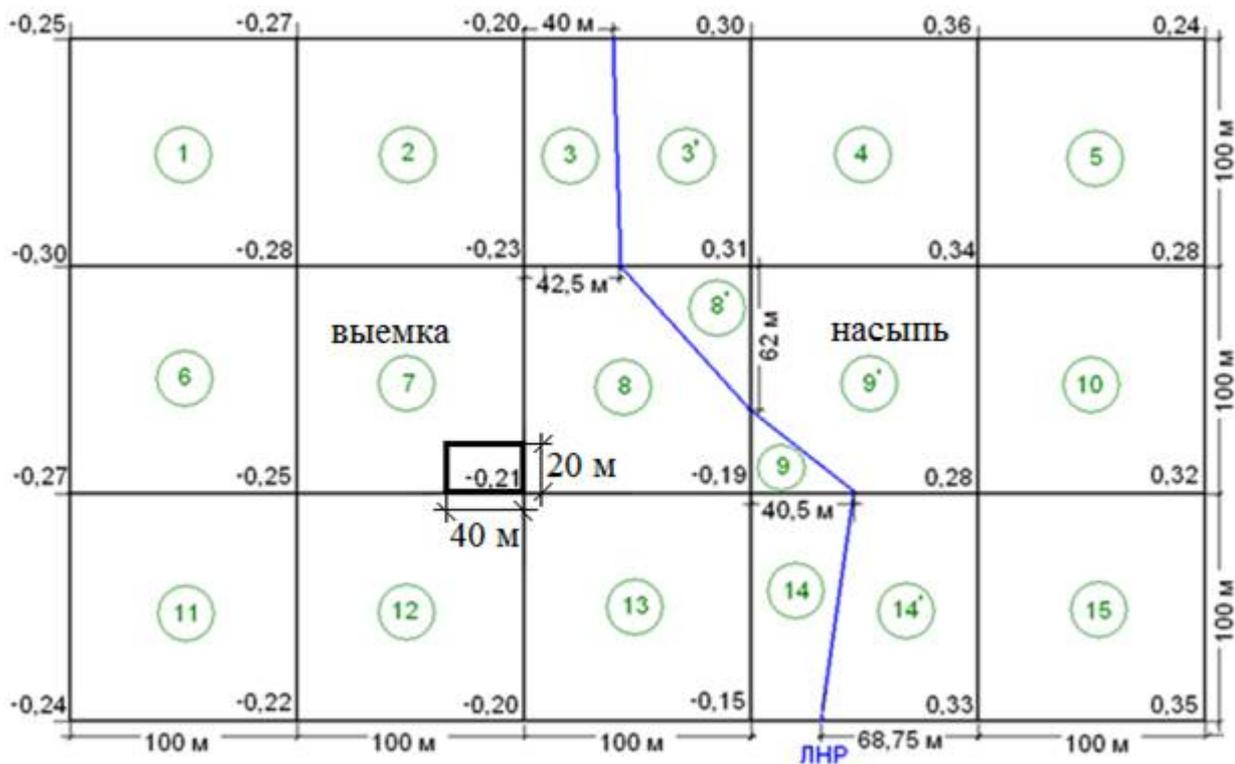


Рисунок 3. Номера фигур строительной площадки.

Расчёт ведётся по методу четырёхгранных призм:

- Для целых квадратов по рабочим отметкам в каждом квадрате определяют объём четырехгранной призмы, основания которой лежат на естественной поверхности грунта и в проектной плоскости, а высота равна средней рабочей отметке:

$$V = \frac{a^2}{4} (h_1 + h_2 + h_3 + h_4),$$

где:  $V$  – объём грунта выемки или насыпи в естественном залегании,  $m^3$ ;  
 $a$  - сторона квадрата сетки планировки, м;  
 $h_1, h_2, h_3, h_4$  — рабочие отметки углов квадрата, м.

- В квадратах, где выемка переходит в насыпь, объём вычисляется отдельно для участков насыпи и выемки:

$$V_{в(н)} = \frac{a^2}{4} \cdot \frac{(\sum h_{в(н)})^2}{\sum h},$$

где:

$V_{в(н)}$  – объём грунта выемки или объём насыпи в естественном залегании,  $m^3$ ;  
 $\sum h_{в(н)}$  - сумма рабочих отметок одного знака (выемки или насыпи);  
 $\sum h$  — сумма абсолютных значений всех рабочих отметок по углам квадрата.

Суммарный объём грунта в откосах выемки (насыпи), расположенных по периметру площадки, рассчитывается по формуле:

$$\sum V_{в(н)} = (\sum h_{в(н)} / n)^2 \cdot \sum l_{в(н)} \cdot m / 2, \text{ где:}$$

$\sum V_{в(н)}$  – суммарный объём грунта в откосах выемки (насыпи), м<sup>3</sup>;

$\sum h_{в(н)}$  – сумма всех рабочих отметок по периметру выемки (насыпи), м;

$n$  – количество отметок;

$\sum l_{в(н)}$  – длина основания всех откосов выемки (насыпи), м;

$m$  – величина заложения откосов для данного грунта (см. приложение 3)

Общий объём выемки (насыпи) определяют как сумму частных объёмов призм и их частей, лежащих в пределах участка выемки (насыпи).

#### Ведомость объёмов работ по вертикальной планировке

Таблица 1

№ фигуры	Выемка		Насыпь		
	Расчётная формула	$V_{в.геом.}, \text{ м}^3$	Расчётная формула	$V_{н.геом.}, \text{ м}^3$	$V_{насыпи}, \text{ м}^3$
1	2	3	4	5	6
		$\sum =$		$\sum =$	$\sum =$

*Примечание:*  $V_{в.геом.}$  и  $V_{н.геом.}$  – объёмы грунта выемки и насыпи в естественном заложении (геометрические);

$V_{насыпи}$  – объём грунта насыпи с учётом коэффициента остаточного разрыхления грунта, который зависит от показателей разрыхления грунтов и пород  $\Pi_{о.р}$  (приложение 2);  $V_{насыпи} = V_{н.геом.} / K_{о.р}$ .

#### 4. Определение объёмов земляных масс при разработке котлована

Для определения объёма котлована можно воспользоваться следующими формулами:

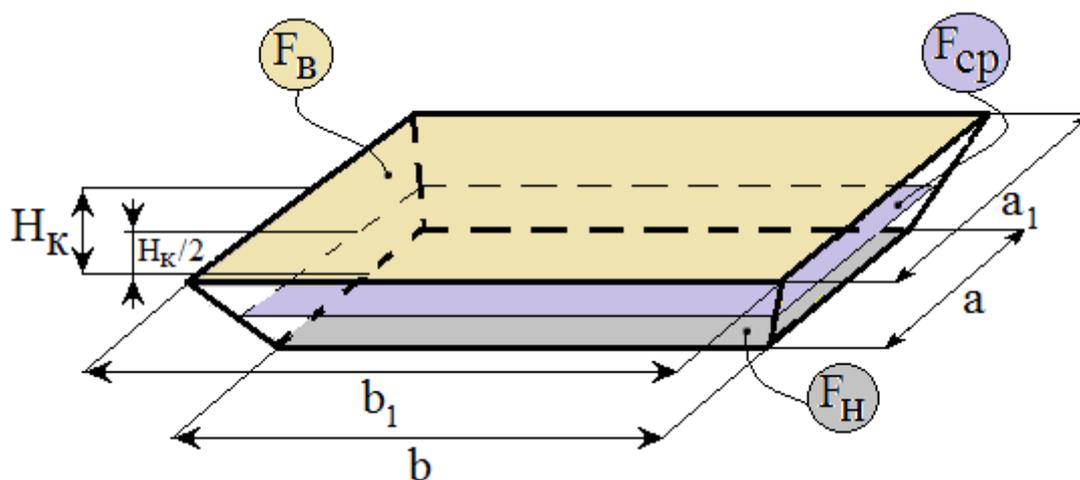
$$V_{геом.к} = H_k / 6 \cdot ((2 \cdot a + a_1) \cdot b + (2 \cdot a_1 + a) \cdot b_1);$$

$$V_{геом.к} = H_k / 3 \cdot (F_n + F_b + \sqrt{F_n \cdot F_b});$$

$$V_{геом.к} = H_k / 6 \cdot (F_n + F_b + 4 \cdot F_{ср.}), \text{ где}$$

$V_{геом.к}$  – геометрический объём грунта в котловане, м<sup>3</sup>;

$H_k$  – глубина котлована, м;



$F_H$  – площадь котлована по низу,  $m^2$ ;

$F_B$  – площадь котлована по верху,  $m^2$ ;

$F_{ср}$  – площадь в средней части котлована,  $m^2$ ;

$a_1 = a + 2 \cdot H_K \cdot m$ ;

$b_1 = b + 2 \cdot H_K \cdot m$ , где

$m$  – показатель крутизны откосов котлована (по приложению 3)

При расчёте объёма грунта в котловане требуется учитывать его расположение на строительной площадке.

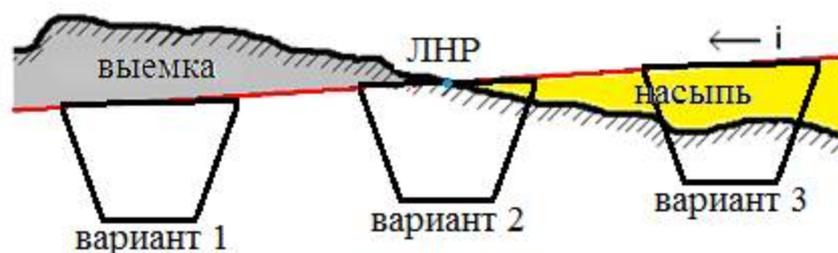


Рисунок 4. Варианты расположения котлована.

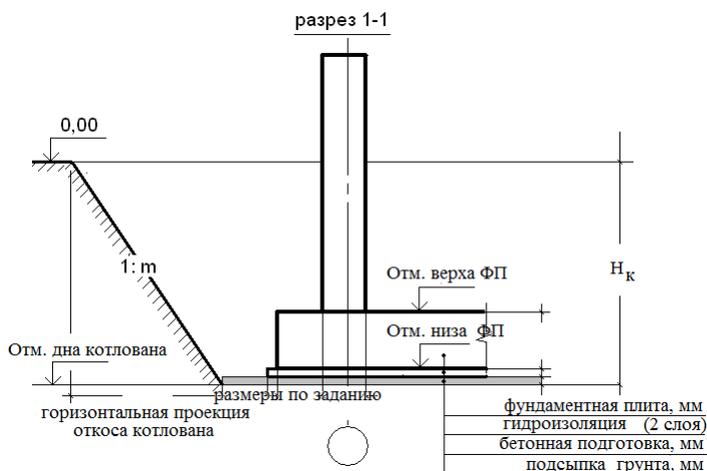
Вариант 1. Если котлован расположен в пределах планировочной выемки, сначала производятся работы по вертикальной планировке строительной площадки, затем от отметки проектной плоскости отрывается грунт из котлована. Фактическая глубина котлована будет равна глубине котлована, указанной в задании.

Вариант 2. Если котлован пересечён линией нулевых работ, надо определить среднее арифметическое значение рабочих отметок по углам котлована. Знак преобладающих рабочих отметок покажет, куда относить котлован: к выемке или к насыпи.

Вариант 3. Если котлован расположен в пределах планировочной насыпи, то грунт из котлована будет отрываться от естественной поверхности. В этом случае фактическая глубина котлована рассчитывается как разность глубины котлована по заданию и рабочей отметки планировки для центра котлована.

#### 4.1. Определение геометрического объёма грунта в котловане

Геометрический объём грунта в котловане определяется с учётом размеров, указанных в задании.



Площадь котлована по низу:

$$F_H = \quad , \text{ м}^2$$

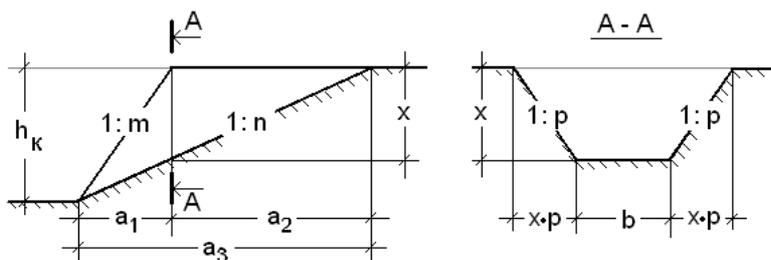
Площадь котлована по верху (определяется с учётом горизонтальной проекции откоса котлована при заложении откосов котлована принимаемому по приложению 3):

$$F_B = \quad , \text{ м}^2$$

Объём котлована:

$$V_{\text{геом.к.}} = \quad , \text{ м}^3$$

#### 4.2. Определение геометрического объёма грунта пандуса (съезда)



$h_k$  - высота котлована, м;

$b = 3,5$  м – ширина съезда (при одностороннем движении автотранспорта);

1: m – заложение откосов котлована (по прил. 3);

1: n = 1:5 ÷ 1:8 – уклон съезда;

1: p – заложение боковых откосов съезда (принимаем 1: p = 1: m);

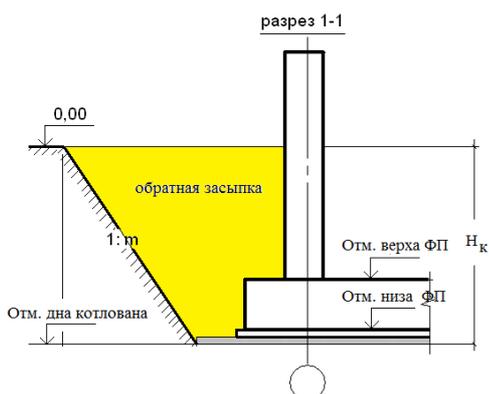
$$V_{\text{съезда}} = (b \cdot x / 2 + x^2 \cdot p / 3) \cdot a_3 \quad , \text{ м}^3$$

где:  $a_3 = h_k \cdot n$ ;  $x = a_2 / n$ ;  $a_2 = a_3 - a_1$ ;  $a_1 = h_k \cdot m$

#### 4.3. Определение общего объёма грунта в котловане

$$V_{\text{к.общ.}} = V_{\text{геом.к.}} + V_{\text{съезда}} \quad , \text{ м}^3$$

#### 4.4. Определение объёма грунта обратной засыпки



Объём песчаной подсыпки:

$$V_{\text{подс.}} = F_H \cdot h_{\text{песч.подс.}} \quad , \text{ м}^3$$

Объём бетонной подготовки:

$$V_{\text{бет.подг.}} = F_{\text{бет.подг.}} \cdot h_{\text{бет.подг.}} \quad , \text{ м}^3$$

Объём фундаментной плиты:

$$V_{\text{ФП}} = F_{\text{ФП}} \cdot h_{\text{ФП}} \quad , \text{ м}^3$$

Объём подземной части здания:

$$V_{\text{подз. зд.}} = F_{\text{подз. зд.}} \cdot h_{\text{подз. зд.}}, \text{ м}^3$$

Объём обратной засыпки пазух котлована (без учёта объёма грунта пандуса):

$$V_{\text{о.з.геом.}} = V_{\text{геом.к.}} - (V_{\text{песч.подс.}} + V_{\text{бет.подг.}} + V_{\text{ФП}} + V_{\text{подз. зд.}}), \text{ м}^3$$

Объём грунта обратной засыпки с учётом грунта пандуса

$$V_{\text{о.з. общ.}} = V_{\text{о.з.геом.}} + V_{\text{съезда}}, \text{ м}^3$$

## 5. Составление сводного баланса

В баланс сводят результаты расчётов объёмов грунта насыпи, выемки и котлована. Объём обратной засыпки учитывается в том случае, если обратная засыпка производится грунтом площадки (возможно только в том случае, если в качестве грунта строительной площадки задан песок). Для оформления баланса составляется таблица 2.

Сводный баланс грунта

Таблица 2

АКТИВ			ПАССИВ			
Место разработки грунта	$V_{\text{геом.}}$ , $\text{м}^3$	$V_{\text{п.р.}}$ , $\text{м}^3$	Место образования насыпи	$V_{\text{геом.}}$ , $\text{м}^3$	$V_{\text{п.р.}}$ , $\text{м}^3$	$V_{\text{о.р.}}$ , $\text{м}^3$
1	2	3	4	5	6	7
Выемка			Насыпь			
Котлован						
	$\Sigma=$	$\Sigma=$		$\Sigma=$	$\Sigma=$	$\Sigma=$

Примечание:

1) АКТИВ:  $V_{\text{геом}}$  соответствует суммарному объёму выемки  $V_{\text{в.геом.}}$ , (по  $\Sigma[3]$  таблицы 1);

$V_{\text{п.р}}$  - объём грунта выемки с учётом коэффициента первоначального увеличения объёма грунта, который зависит от показателей разрыхления грунтов и пород  $\Pi_{\text{п.р}}$  (см. приложение 2),  $V_{\text{п.р}} = V_{\text{геом}} \cdot k_{\text{п.р.}}$ ;

Для котлована  $V_{\text{геом}}$  соответствует  $V_{\text{к.общ.}}$  (п.4.3 методических указаний).;

$V_{\text{п.р}}$  - объём грунта котлована с учётом коэффициента первоначального увеличения объёма грунта, который зависит от показателей разрыхления грунтов и пород  $\Pi_{\text{п.р}}$  (см. приложение 2),  $V_{\text{п.р}} = V_{\text{к.общ.}} \cdot k_{\text{п.р.}}$ ;

2) ПАССИВ:  $V_{\text{геом}}$  соответствует суммарному объёму насыпи  $V_{\text{н.геом.}}$ , который берётся из (по  $\Sigma[5]$  таблицы 1);

$V_{\text{п.р}}$  - объём грунта насыпи выемки с учётом коэффициента первоначального увеличения объёма грунта,  $V_{\text{п.р}} = V_{\text{геом}} \cdot k_{\text{п.р.}}$ ;

$V_{o.p.}$  – соответствует суммарному объёму грунта насыпи  $V_{насыпи}$  с учётом коэффициента остаточного разрыхления грунта (по  $\Sigma[6]$  таблицы 1).

$$\Sigma A - \Sigma \Pi = [2] - [7] = \pm V_{грунта}, \text{ м}^3$$

По балансу земляных масс определяется количество грунта, которое необходимо вывезти или требуется дополнительно привезти на строительную площадку. При положительном балансе имеются излишки грунта, при отрицательном балансе – нехватка грунта.

Объём выемки и объём насыпи могут отличаться на 5%.

## 6. Перерасчёт средней отметки планировки

Если расхождение составляет более 5%, следует произвести перерасчёт средней отметки планировки:

$$h_{cp} = (\Sigma h_1 + 2 \cdot \Sigma h_2 + 3 \cdot \Sigma h_3 + 4 \cdot \Sigma h_4) / 4n + \Delta h, \quad \text{где:}$$

$\Sigma h_1$  – сумма отметок вершин квадратов, не являющихся общими с другими квадратами (на углах площадки), м;

$\Sigma h_2, \Sigma h_3, \Sigma h_4$  – сумма отметок общих вершин 2,3,4 смежных квадратов, м;

$4n$  – количество отметок всех вершин квадратов;

$\Delta h$  – поправка к средней отметке планировки:

$$\Delta h = (\Sigma A + V_{геом.к.} - \Sigma \Pi) / F_{пл}, \quad \text{где}$$

$F_{пл}$  – площадь строительной площадки (исключая площадь по верху котлована в том случае, если котлован находится в насыпи).

Положительный знак при  $\Delta h$  указывает на повышение средней планировочной отметки, отрицательный – на понижение.

На  $\Delta h$  необходимо скорректировать все рабочие отметки проектной плоскости. Затем по изменённым рабочим отметкам определяется новое положение ЛНР и пересчитываются объёмы грунта на площадке. В случае если котлован расположен в пределах планировочной насыпи, следует произвести перерасчёт объёмов грунта в котловане.

По скорректированным отметкам повторно составляется ведомость объёмов работ по вертикальной планировке (таблица 1) и сводный баланс земляных масс (таблица 2).

## 7. Распределение грунта в котловане

Для определения необходимости укладки в насыпь или вывоза грунта, разрабатываемого в котловане, следует обратиться к сводному балансу грунта на строительной площадке (таблица 2):

1. При положительном балансе земляных масс грунт, извлечённый из котлована, вывозится за пределы строительной площадки.
2. При отрицательном балансе земляных масс грунт, извлечённый из котлована, может использоваться для укладки в насыпь.

3. В некоторых случаях представляется возможным часть грунта уложить в насыпь, а остаток – вывезти.
4. Грунт, извлечённый из котлована, может частично складироваться в отвал, расположенный в пределах строительной площадки, если обратная засыпка будет производится грунтом площадки (возможно только в том случае, если в качестве грунта строительной площадки задан песок).

Для устройства подсыпки применяется привозной грунт, который разрабатывается в карьере.

Обратная засыпка пазух котлована может производиться привозным песком из отвала грунта, расположенного в пределах строительной площадки или песком, завозимым из карьера.

Принятые решения по распределению грунта в котловане заносятся в таблицу 3.

Ведомость объёмов грунта в котловане

Таблица 3

Место разработки грунта	$V_{\text{геом}}, \text{м}^3$	$V_{\text{п.р.}}, \text{м}^3$	Место укладки грунта	$V_{\text{геом}}, \text{м}^3$	$V_{\text{п.р.}}, \text{м}^3$	$V_{\text{о.р.}}, \text{м}^3$
1	2	3	4	5	6	7
Котлован			Насыпь			
			Вывоз			
			Отвал грунта	<i>(если грунт на площадке – песок)</i>		
Карьер			Подсыпка			
Отвал грунта	<i>(если грунт на площадке – песок)</i>		Обратная засыпка пазух котлована			
Песчаный карьер						

*Примечание:*

*Объём грунта, вывозимого из котлована, следует рассчитывать с учётом коэффициента первоначального расширения грунта (по приложению 2)*

$$V_{\text{п.р.}} = V_{\text{к.общ.}} \cdot k_{\text{п.р.}}$$

*Объём песка, требуемого для обратной засыпки пазух котлована, следует рассчитывать с учётом коэффициента остаточного разрыхления (по прил. 2)*

$$V_{\text{о.з.}} = V_{\text{о.з.геом. общ.}} / k_{\text{о.р.}}$$

## 8. Распределение земляных масс на площадке, составление картограммы перемещения земляных масс

При распределении земляных масс по фигурам строительной площадки можно составить таблицу 4.

Шахматный баланс земляных масс

Таблица 4

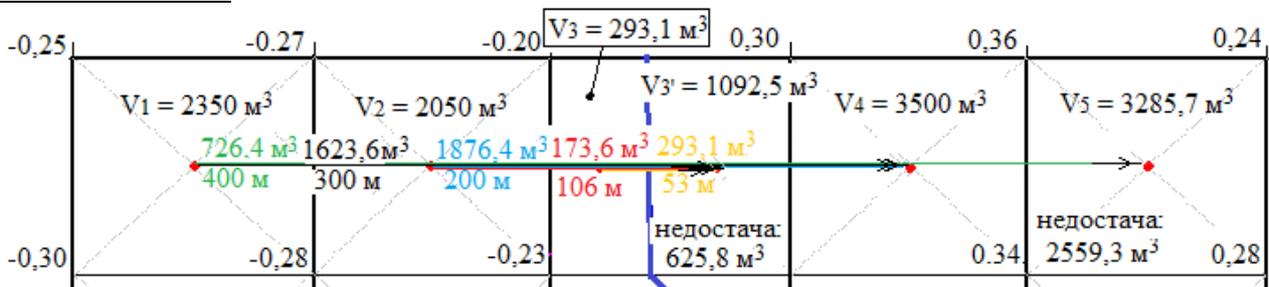
		ВЫЕМКА						Нехватка грунта
НАСЫПЬ	№ фигуры		1	2	3	...	$n_B$	
		Объём, м <sup>3</sup>	2350	2050	293,1	...	...	
	3'	1092,5	726,4					
	4	3500	1623,6	1876,4				
	5	3285,7		173,6	293,1	...		
	...	...				...		
	$n_H$	...					...	
Излишки грунта							$\Sigma =$	

Графически результаты сводного баланса грунта можно изобразить на плане строительной площадки.

На листе А3 в масштабе М 1: 2000 следует начертить план строительной площадки, проставить рабочие отметки, показать линию нулевых работ, обозначить фигуры площадки цифрами и написать объёмы грунта в соответствующих фигурах строительной площадки (при этом объёмы грунта в фигурах выемки принимаются по графе [3] таблицы 1, а объёмы грунта в фигурах насыпи принимаются по графе [6] таблицы 1).

Средним расстоянием перемещения грунта из элементарной фигуры выемки в элементарную фигуру насыпи принято считать расстояние между их центрами тяжести.

Обозначаются центры тяжести фигур строительной площадки. После чего необходимо распределить объёмы грунта из выемки в насыпь. Для этого проводятся линии из центра тяжести фигур выемки в центры тяжести фигур насыпи, направление перемещения грунта показывается стрелкой. Над линией пишется перемещаемый объём грунта, под линией – среднее расстояние перемещения грунта. Данный чертёж называется картограммой перемещения земляных масс.



*Примечание: недостача грунта в фигурах насыпи восполняется грунтом из фигур выемки следующего ряда или грунтом из котлована.*

Рисунок 5. Картограмма перемещения земляных масс. Начальные построения.

Разработка и перемещение грунта при вертикальной планировке строительной площадки выполняется механизированным способом с применением землеройно-транспортных машин. Стрелки, показывающие направление перемещения грунта на картограмме не могут пересекаться.

Грунт из котлована, перемещаемый в насыпь (по таблице 3), в процессе разработки грузится на автотранспортные средства, которые осуществляют его транспортировку. При этом определяется расстояние от центра котлована до центра тяжести фигуры насыпи, куда грунт вывозится.

## 8. Определение средней дальности перемещения грунта

Средняя дальность перемещения грунта при вертикальной планировке строительной площадки – это расстояние между центрами тяжести равновеликих по объёму участков выемки и насыпи.

Средняя дальность перемещения грунта может определяться аналитическим методом:

$$L_{\text{ср}} = (V_1 \cdot l_1 + V_2 \cdot l_2 + \dots + V_n \cdot l_n) / (V_1 + V_2 + \dots + V_n), \quad \text{где:}$$

$V_n$  – объёмы отдельных частей массива, м<sup>3</sup>;

$l_n$  – фактическая дальность перемещения частей массива из выемки в насыпь или отвал, м (определяется графически по картограмме перемещения грунта).

Средняя дальность перемещения грунта может определяться методом статических моментов.

Распределение земляных масс в пределах планируемой строительной площадки необходимо производить с учётом наименьших моментов перемещений.

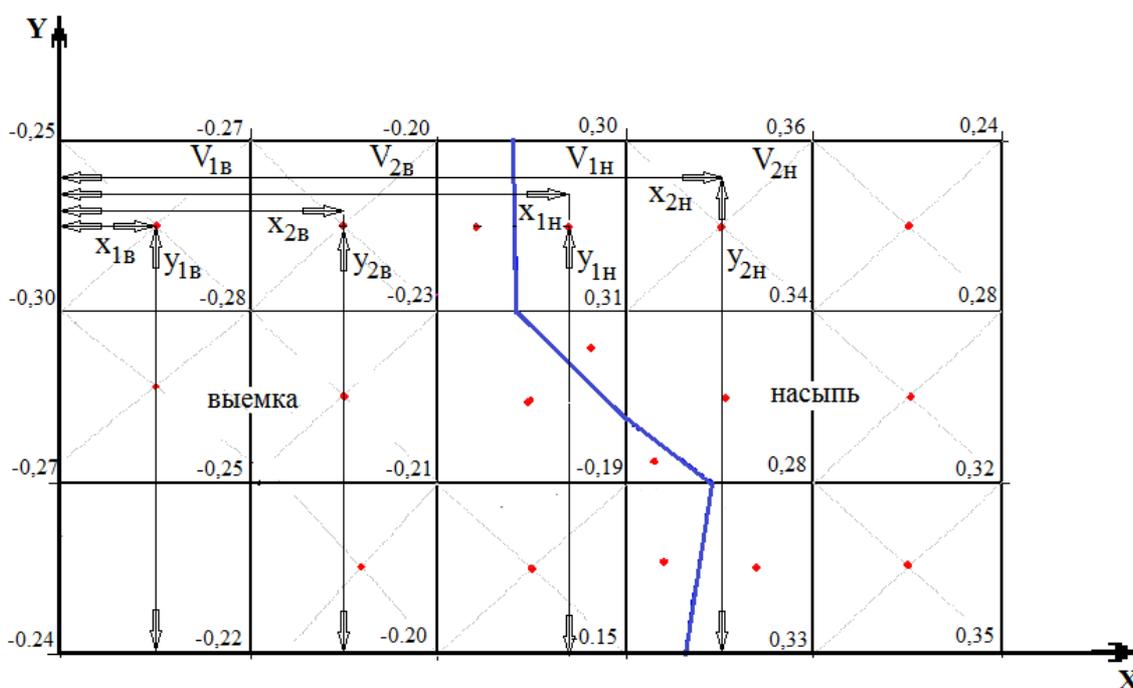


Рисунок 6. Схема определения расстояния перемещения грунта. Начальные построения.

Момент перемещения грунта  $M = l \cdot V$ , где

$l$  – дальность перемещения грунта, м;  $V$  – объём перемещаемого грунта, м<sup>3</sup>

$$M_{x в.} = x_{i в.} \cdot V_{i в.}$$

$$M_{y в.} = y_{i в.} \cdot V_{i в.}$$

$$M_{x н.} = x_{i н.} \cdot V_{i н.}$$

$$M_{y н.} = y_{i н.} \cdot V_{i н.}$$

Координаты приведённых центров тяжести объёмов вычисляют по формулам:

$$L_{x в.} = \sum M_{x в.} / \sum V_{i в.}; \quad L_{y в.} = \sum M_{y в.} / \sum V_{i в.};$$

$$L_{x н.} = \sum M_{x н.} / \sum V_{i н.}; \quad L_{y н.} = \sum M_{y н.} / \sum V_{i н.}, \text{ где}$$

$L_{x в.}$ ,  $L_{y в.}$  – координаты центра тяжести выемки относительно осей координат;

$L_{x н.}$ ,  $L_{y н.}$  – координаты центра тяжести насыпи относительно осей координат;

$\sum M_{x в.}$ ,  $\sum M_{y в.}$  – суммы статических моментов отдельных (элементарных) участков выемки относительно осей координат;

$\sum M_{x н.}$ ,  $\sum M_{y н.}$  – суммы статических моментов отдельных (элементарных) участков насыпи относительно осей координат;

$\sum V_{i в.}$ ,  $\sum V_{i н.}$  – суммы отдельных (элементарных) объёмов выемки и насыпи, м<sup>3</sup>.

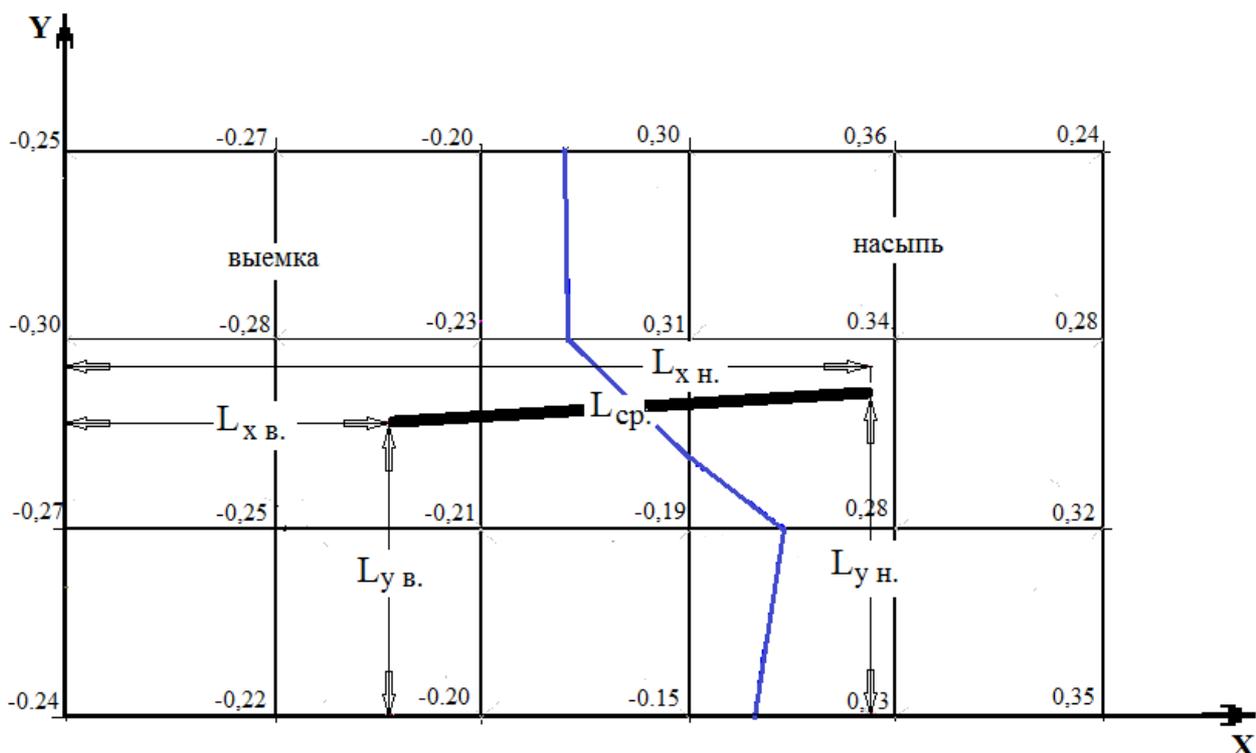


Рисунок 7. Средняя дальность перемещения грунта из центра тяжести выемки в центр тяжести насыпи.

Средняя дальность перемещения грунта:

$$L_{cp} = \sqrt{(L_{x в.} - L_{x н.})^2 + (L_{y в.} - L_{y н.})^2}$$

## 9. Выбор материально – технических ресурсов

При выборе машин для производства земляных работ следует принимать во внимание распределение грунтов на группы в зависимости от трудности разработки (приложение 4).

### 10.1. Машины для вертикальной планировки строительной площадки

Земляные работы, выполняемые при вертикальной планировке строительной площадки, состоят из подготовительных, основных и заключительных процессов.

При подготовке территорию строительной площадки очищают и осушают, выполняют и геодезическую разбивку для выполнения планировочных работ с указанием глубины выемки (закрепляют вешками) и высоты насыпи (закрепляют сторожками). К земляным работам подготовительного периода относится снятие растительного слоя грунта, которое выполняется бульдозерами.

Основные работы заключаются в разработке и перемещении грунта из планировочной выемки в планировочную насыпь, последующее разравнивание и уплотнение грунта в насыпи. В некоторых случаях необходимо применять предварительное рыхление грунтов выемки (см. приложение 4).

Во время заключительных работ осуществляют окончательную планировку строительной площадки.

При производстве земляных работ механизация должна быть комплексной. Для этого выбирают ведущую машину с учетом дальности перемещения грунта из выемки в насыпь (см. приложение 5).

Технологические процессы выполняют с помощью средств механизации, увязанных с ведущей машиной по производительности: сменная производительность различных машин в комплекте должна быть примерно одинаковой, что может регулироваться количеством выбранных машин.

$$ПР_{см} = t_{см} \cdot И / N_{вр}, \text{ где:}$$

$ПР_{см}$  – сменная производительность ведущей машины, м<sup>3</sup>/см;

$t_{см}$  – продолжительность смены, 8 часов;

$И$  – измеритель для данной нормы времени по ГЭСН-2001-01 или ЕНиР 2 (например: 1000 м<sup>3</sup> - по ГЭСН или 100 м<sup>3</sup> – по ЕНиР);

$N_{вр}$  – норма времени работы машины по ГЭСН-2001-01 (ЕНиР 2), маш-ч.

Ведущая машина выбирается также по техническим характеристикам, соответствующим средним отметкам планировки. Технические характеристики машин в комплекте должны быть увязаны между собой и соответствовать средним параметрам (толщине, глубине) разрабатываемого или укладываемого слоя.

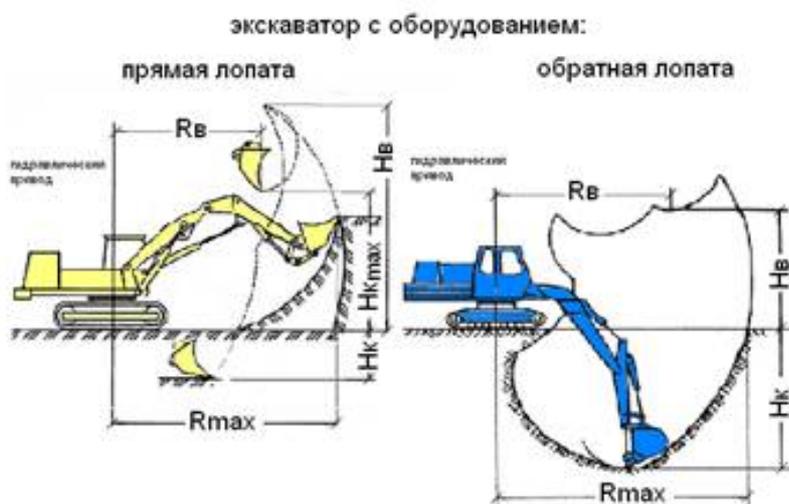
Бульдозерный комплект составляют из нескольких бульдозеров, рыхлителей и уплотняющих катков. Машины последовательно выполняют рыхление

грунта, его разработку и перемещение, разравнивание и уплотнение в насыпи. Количество машин и их тип выбирают в зависимости от средней дальности перемещения грунта и сменной производительности комплекта.

Скреперный комплект составляют из тракторного рыхлителя, одного или нескольких скреперов, бульдозера, машины для уплотнения грунта и трактора-толкача. Эти механизмы последовательно выполняют послойное рыхление грунта, его разработку и перемещение, разравнивание и уплотнение грунта в насыпи. При работе прицепных скреперов на песках, плотных грунтах, а самоходных скреперов во всех случаях, используются тракторы-толкачи.

## 10.2. Машины для разработки грунта в котловане

Для разработки грунта в котловане используют землеройные машины.



Основные технические характеристики, от которых зависит выбор экскаватора:

1. объём ковша экскаватора  $V_{\text{ковш}}$ , м<sup>3</sup>;
2. радиус резанья  $R_{\text{max}}$ , м;
3. глубина копания  $H_{\text{к}}$ , м.

Вместимость ковша экскаватора зависит от объёма разрабатываемого грунта.

Зависимость вместимости ковша экскаватора от объёма грунта разрабатываемого сооружения

Объём разрабатываемого сооружения, м <sup>3</sup>	Вместимость ковша экскаватора, м <sup>3</sup>
до 500	0,15
500 – 1500	0,25 – 0,3
1500 – 5000	0,5
2000 – 8000	0,65
6000 – 11000	0,8
11000 – 15000	1,0
13000 – 18000	1,25
более 17000	1,5 и выше

### 10.3. Расчёт требуемого количества автосамосвалов

Для осуществления своевременной транспортировки грунта при разработке котлована необходимо определить требуемое количество автосамосвалов для обслуживания экскаватора.

При разработке грунта одноковшовыми экскаваторами с погрузкой в транспортные средства, необходимые типы машин рекомендуется подбирать с учётом вместимости ковша экскаватора.

Рекомендуемое количество ковшей на один самосвал:  $n_{\text{ковш}} = 6 \div 11$

#### 10.3.1. Объём грунта в ковше экскаватора, м<sup>3</sup>:

$V_{\text{гр}} = V_{\text{ковш}} \cdot k_{\text{нап}} / k_{\text{п.р.}}$ , где

$V_{\text{ковш}}$  – объём ковша экскаватора;

$k_{\text{нап}}$  – коэффициент наполнения ковша экскаватора:

Рабочий орган экскаватора	Коэффициент наполнения ковша
Прямая лопата	1,0 ... 1,25
Обратная лопата	0,8 ... 1,0
Драглайн	0,9 ... 1,15

$k_{\text{п.р.}}$  – коэффициент первоначального разрыхления грунта (по приложению 2);

#### 10.3.2. Масса грунта в ковше экскаватора, т:

$M = V_{\text{гр}} \cdot \gamma$

$\gamma$  – средняя плотность грунта в естественном залегании (по приложению 4)

#### 10.3.3. Количество ковшей на один самосвал, шт.:

$n_{\text{ковш}} = G / M$ , где

$G$  – грузоподъёмность самосвала, т ( по приложению 6)

#### 10.3.4. Объём грунта в кузове самосвала, м<sup>3</sup>:

$V_{\text{сам}} = n_{\text{ковш}} \cdot V_{\text{гр}}$

#### 10.3.5. Количество необходимых транспортных средств (самосвалов):

$n_{\text{сам}} = T_{\text{ц}} / t_{\text{погр}}$ , где:

$t_{\text{погр}}$  – продолжительность погрузки одного транспортного средства

$t_{\text{погр}} = (V_{\text{сам}} \cdot N_{\text{экск}} / И) \cdot 60$ ,

$V_{\text{сам}}$  – объём грунта в кузове самосвала, м<sup>3</sup>;

$N_{\text{экск}}$  – норма времени работы экскаватора с погрузкой в транспортные средства (по ГЭСН-2001-01; ЕНиР 2) , маш –час;

$И$  – измеритель для данной нормы времени (по ГЭСН-2001-01; ЕНиР 2)

$T_{ц} = t_{ман} + t_{погр} + t_{пр.груз} + t_{разгр} + t_{пр.пор.}$ , где:

$t_{ман}$  – продолжительность маневрирования,  $t_{ман} = 2 \div 3$  мин;

$t_{разгр}$  – продолжительность разгрузки,  $t_{разгр} = 1 \div 2$  мин;

$t_{пр.груз}$  – продолжительность пробега гружёного автотранспорта, мин

$t_{пр.груз} = 60 \cdot L / V_{гр}$ , где:

$L$  – расстояние транспортировки, км (по заданию);

$V_{гр}$  – средняя скорость гружёного самосвала, км/ час

$t_{пр.пор}$  – продолжительность пробега порожнего автотранспорта, мин

$t_{пр.пор} = 60 \cdot L / V_{пор}$ , где

$L$  – расстояние транспортировки, км (по заданию);

$V_{пор}$  – средняя скорость порожнего самосвала, км/ час

Расчётное количество необходимых транспортных средств округляется до ближайшего целого числа.

## 10. Расчёт экономической эффективности вариантов комплексной механизации

Для сравнения необходимо предложить как минимум два варианта производства работ либо по вертикальной планировке строительной площадки, либо по разработке грунта в котловане.

Окончательный выбор оптимального варианта производства работ производится после расчёта экономической эффективности.

Для полностью механизированного процесса  $C_{пр} = C_e + E_n \cdot K_{уд}$ , где:

$C_{пр}$  – удельные приведённые затраты, руб./ м<sup>3</sup>;

$C_e$  – себестоимость разработки 1 м<sup>3</sup> грунта, руб./ м<sup>3</sup>:

$$C_e = 1,08 \cdot \sum C_{м-см} / ПР_{см} \cdot n, \text{ где:}$$

1,08 – коэффициент накладных расходов;

$\sum C_{м-см}$  – суммарная стоимость машинного времени (в сменах) всех машин, входящих в комплект, руб.;

$ПР_{см}$  – сменная производительность ведущей машины, м<sup>3</sup>/см (см. п.7.1 методических указаний);

$n$  – число ведущих машин в комплекте;

$E_n$  – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений,

$E_n = 0,15$ ;

$K_{уд}$  – удельные капитальные вложения на разработку 1 м<sup>3</sup> грунта, руб./ м<sup>3</sup>;

$$K_{уд} = 1,07 \cdot C_p / T_{год} \cdot ПР_{см} \cdot n, \text{ где:}$$

1,07 - коэффициент накладных расходов;

$C_p$  – расчётная цена каждой машины, руб.;

$T_{год}$  – нормативное число рабочих смен ведущей машины в год.

## **11. Технологическая карта на земляные работы**

Технологическая карта состоит из текстовой и графической частей, представленных в следующих разделах:

1. область применения;
2. описание организации и технологии выполнения работ;
3. ведомость объёмов работ;
4. калькуляцию затрат труда, машинного времени и заработной платы;
5. перечисление материально-технических ресурсов;
6. график производства работ;
7. раздел по технике безопасности;
8. требования к качеству приёмки работ;
9. технико-экономические показатели;
10. технологические схемы.

### **12.1. Область применения**

В разделе приводятся данные по строительной площадке и котловану; определяется строительный процесс, на который разрабатывается карта, полученные в задании на проектирование; перечисляется состав работ, рассматриваемых в карте; определяется период выполнения работ и сменность (работа выполняется в 2 смены; продолжительность рабочей смены 8 часов).

### **11.2. Организация и технология выполнения работ**

Методы разработки грунта, а также типы землеройных машин и транспортных средств выбирают на основании следующих данных:

- Объёмов работ и сроков их выполнения;
- Группы грунта;
- Параметров применяемых механизмов;
- Взаимном расположении мест разработки и отвалов или насыпей;
- Стоимости разработки 1 м<sup>3</sup> грунта.

#### **12.2.1. Работы по вертикальной планировке строительной площадки**

Вертикальную планировку строительной площадки выполняют после подготовительных работ. До начала работ по вертикальной планировке срезают плодородный слой грунта со складированием в отвалах на площади, не подлежащей вертикальной планировке или с вывозом в места озеленения.

Земляные работы по вертикальной планировке состоят из выемки грунта на одних участках строительной площадки; перемещения; послойной укладки, уплотнения грунта и планировки площадок в насыпи.

Для выполнения планировочных работ применяют землеройно-транспортные машины. При наличии на строительной площадке тяжёлых грунтов – необходимо предусмотреть предварительное рыхление грунта выемки бульдозером-рыхлителем.

Для выполнения планировочных работ применяют землеройно-транспортные машины. Технические характеристики машин указаны в ведомости материально-технических ресурсов (таблица 6).

### ***12.2.2. Разработка грунта в котловане***

Разработка грунта в котловане выполняется экскаватором. Очередность выполнения работы определяется по положению котлована относительно ЛНР на строительной площадке (см. п.4 методических указаний).

Грунт из котлована: укладывается в насыпь/ вывозится/ укладывается в отвал грунта для обратной засыпки пазух котлована в соответствии с ведомостью объёмов грунта в котловане (таблица 3).

По рекомендации СНиП 3.02.01-87 п.3.5 в котлованах разработку грунтов, меняющих свойства под влиянием атмосферных воздействий, следует осуществлять, оставляя защитный слой. Защитный слой удаляется непосредственно перед началом возведения сооружения.

Снятие защитного слоя (недобора) грунта по дну котлована осуществляется бульдозером с последующей доработкой труднодоступных мест вручную. Допустимый недобор грунта в основании принимается в соответствии с размерной группой экскаваторов (приложение 7).

Грунт подсыпки (песок или щебень) завозится на дно котлована из карьера автотранспортом. Разравнивание грунта подсыпки выполняет бульдозер, уплотнение грунта подсыпки выполняет каток. В случае если принята щебёночная подсыпка, производить уплотнение не требуется.

Технические характеристики машин указываются в ведомости материально-технических ресурсов (таблица 6).

### ***12.2.3. Обратная засыпка пазух котлована***

Обратная засыпка пазух котлована производится после окончания работ по устройству подземной части здания.

Обратная засыпка производится песком, завозимым из карьера/ подаваемым из отвала в соответствии с ведомостью объёмов грунта в котловане (таблица 3).

Песок отсыпается в пазухи котлована бульдозером и уплотняется. Уплотнение ведётся послойно; высота слоя уплотнения зависит от глубины действия выбранного средства уплотнения, технические характеристики которого указываются в ведомости материально-технических ресурсов, как и технические характеристики бульдозера (таблица 6).

### 12.3. Ведомость объёмов работ

Ведомость объёмов работ составляется на основе сводного баланса грунта (таблица 2), ведомости объёмов грунта в котловане (таблица 3) и выбранных машин для производства работ (п.7 методических указаний).

Номенклатура работ, входящих в ведомость, приводится в приложении 8.

Ведомость объёмов работ

Таблица 4

№ п/п	Наименование работ	Ед. изм.	Объём работ	Примечание
1	2	3	4	5

*Примечание: единица измерения указывается в соответствии с измерителем, указанным в ГЭСН-2001-01 (ЕНиР 2) для данной нормы времени.*

*Объём работ указывается в соответствии с единицей измерения. Например: для работы по снятию растительного слоя грунта единица измерения составляет  $1000 \text{ м}^2$ . Площадь на которой будет вестись данная работа равна площади строительной площадки:  $V = 500 \cdot 300 = 150000 \text{ м}^2$ . Объём работ, заносимый в ведомость  $V_p = 150000 : 1000 = 150 \text{ м}^2$*

### 12.4. Калькуляция затрат труда и машинного времени

На основе ведомости объёмов работ составляется калькуляция затрат труда и машинного времени.

Таблица 5

Калькуляция затрат труда и машинного времени

№ п/п	Наименование процесса	Ед.изм.	Объём работ	§ ГЭСН-2001-01 (ЕНиР 2)	Состав звена	Норма времени	
						Чел-час	Маш-час
1	2	3	4	5	6	7	8

Затраты труда		Затраты труда	
Чел-час	Маш-час	Чел-дн	Маш-см
9	10	11	12

Затраты труда  $Tr_{[9]} = V_{[4]} \cdot N_{вр [7]}$ ;  $Tr_{[10]} = V_{[4]} \cdot N_{вр [8]}$ ;

Затраты труда  $Tr_{[11]} = Tr_{[10]} / t_{см} \cdot n_{см}$ ,  $Tr_{[12]} = Tr_{[10]} / t_{см}$ , где:

$t_{см}$  – продолжительность рабочей смены равная 8 час.;

$n_{см}$  – количество рабочих смен в сутки;

### 12.5. Материально-технические ресурсы

Таблица 6

Ведомость потребных машин, механизмов и инструментов

№ п/п	Наименование	Тип, марка	Ед.изм.	Количество	Показатели
1	2	3	4	5	6
Машины, приспособления, инструмент, инвентарь.					

## 12.6. График производства работ

Табличная часть графика производства работ выполняется в пояснительной записке (графы с [1] по [13]).

Таблица 7

Календарный план производства земляных работ

№ п/п	Наименование процесса	Ед. изм	Объём работ	Затраты труда		Проектируемые		
				чел-дн	маш-см	% выполнения норм	Затраты труда, чел-дн	Время работы машин, маш-см
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Срок производства работ		Количество рабочих		ДНИ								
кол-во дней	кол-во смен	в день	в смену	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14								

Проектируемый процент выполнения норм максимально может составлять 110 %. Затраты труда рабочих и время работы машин пересчитывается исходя из вводимого проектируемого процента выполнения норм.

Срок производства работ  $T = T_{\text{проектир.}} / n_{\text{исп.}}$ , где

$T_{\text{проектир}}$  – проектируемые затраты труда ([8], чел-дн) или проектируемое время работы машин ([9], маш-см);

$n_{\text{исп}}$  – количество исполнителей (машин – для механизированных работ; рабочих – для работ, выполняемых вручную).

Количество рабочих назначается по выбранному в нормативных документах составу звена (см. графу [6] таблицы 5 методических указаний) и должно соответствовать проектируемому количеству машин.

Календарный план производства работ (графы с [1] по [14] включительно) вычерчивается на листе формата А3 в графической части работы.

## 12.7. Требования к качеству приёмки работ

Требования к качеству приёмки земляных работ должны соответствовать нормативным документам (см. приложение 9)

## Требования к производству работ

Таблица 8

Технические требования	Предельные отклонения	Контроль (метод и объём)
1	2	3

### 12.8. Техника безопасности

Для предупреждения несчастных случаев на строительной площадке необходимо учитывать причины их возникновения:

- недостаточная квалификация рабочих и допуск их к работе без инструктажа;
- отсутствие спецодежды и индивидуальных защитных приспособлений, соответствующих выполняемой работе;
- неправильное или небрежное производство строительного-монтажных работ;
- применение неисправного инвентаря, приспособлений и инструментов;
- неправильное обращение со строительными машинами и инструментами;
- невыполнение требований, предъявляемых к эксплуатации транспорта и производству погрузочно-разгрузочных операций;
- неправильное и неумелое обращение с электропроводкой, а также электрооборудованием;
- недостаточное освещение рабочих мест в тёмное время суток.

Ответственность за соблюдение требований безопасности возлагается:

- за техническое состояние машин и средств защиты - на организацию, на балансе которой они находятся;
- за проведение обучения и инструктажа по безопасности труда - на организацию, в штате которой состоят рабочие;
- за соблюдение требований безопасности труда при производстве работ - на организацию, осуществляющую работы.

Руководители строительного-монтажных организаций должны обеспечить рабочих спецодеждой, спецобувью и другими средствами индивидуальной защиты в соответствии с ГОСТ. Рабочие и инженерно-технические работники без строительных касок и прочих средств индивидуальной защиты к выполнению работ не допускаются. Перед допуском к работам, необходимо провести обучение и проведение инструктажа по технике безопасности (повторный инструктаж проводится не реже одного раза в месяц).

Техника безопасности работ, выполняемых на строительной площадке должна соответствовать требованиям нормативных документов (см. прил. 10).

### 12.9. Техничко-экономические показатели

На основании разработанного календарного плана рассчитываются технико-экономические показатели, включающие:

1. общую продолжительность производства работ по технологической карте, дни;
2. объем земляных работ по технологической карте, м<sup>3</sup>;
3. объем земляных работ, разрабатываемых отдельно бульдозером, скрепером, экскаватором, вручную;
4. общую трудоёмкость работ, чел-час;
5. трудоёмкость работ на единицу объема, чел-час;
6. стоимость затрат труда на общий объем работ по технологической карте (при двухсменной работе), руб.;
7. стоимость затрат труда на единицу объема, руб.

### **12.10. Технологические схемы**

Технологические схемы на процессы, выполняемые в ходе земляных работ, вычерчиваются студентом на листах формата А3 в выбранном строительном масштабе (1:100; 1:200; 1:500; 1:1000; 1:2000). На технологической схеме должны быть показаны все основные размеры и привязки; марки машин; стоянки машин, параметры проходок и забоев; порядок выполнения процессов в соответствии с этапом производства работ. Примеры технологических схем показаны в приложении 11.

## **III. Общие указания к оформлению графической части**

Графическая часть работы выполняется на листах А3.

1. Черновик. План строительной площадки с указанием рабочих отметок; линией нулевых работ (М 1:2000).
2. План строительной площадки с указанием рабочих отметок (окончательных); линией нулевых работ; обводов строительной площадки (М<sub>г</sub> 1:2000; М<sub>в</sub> 1: 200 или 1:100).
3. Продольный и поперечный разрезы строительной площадки по котловану (М<sub>г</sub> 1:2000; М<sub>в</sub> 1: 100).

Пример плана строительной площадки показан в приложении 12.1.

4. Картограмма перемещения земляных масс (М 1:2000).
5. Технологические схемы по вертикальной планировке строительной площадки; технологические схемы разработки грунта и устройства дна котлована; технологические схемы производства работ по обратной засыпке.
6. Календарный план производства земляных работ (пример показан в приложении 12.2. без табличной части).

**Министерство образования и науки РФ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования  
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

*Институт строительства и архитектуры  
Кафедра технологии и организации строительного производства*

**КУРСОВОЙ ПРОЕКТ (РАБОТА)**

по дисциплине

« \_\_\_\_\_ »

Тема: « \_\_\_\_\_ »

Выполнил студент  
(институт, курс, группа)

\_\_\_\_\_  
(Ф.И.О.)

Руководитель проекта

\_\_\_\_\_  
(ученое звание, степень, должность, Ф.И.О.)

К защите

\_\_\_\_\_  
(дата, роспись руководителя)

Проект защищен с оценкой

Председатель комиссии

\_\_\_\_\_  
(ученое звание, степень, должность, Ф.И.О.)

Члены комиссии:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
(дата, роспись члена комиссии)

г. Москва  
2014г.

## Приложение 2

### Показатели разрыхления грунтов и пород

	Наименование грунта	Первоначальное увеличение объема грунта, %	Остаточное разрыхление грунта, %
1	Глина ломовая	28 – 32	6 – 9
2	Глина мягкая жирная	24 – 30	4 – 7
3	Глина сланцевая	28 – 32	6 – 9
4	Песок	10 – 15	2 – 5
5	Суглинок лёгкий и лессовидный	18 – 24	3 – 6
6	Суглинок тяжёлый	24 – 30	5 – 8
7	Супесь	12 – 17	3 – 5
8	Растительный грунт	20 – 25	3 – 4

$k_{п.р.} = (100 + П_{п.р.}) / 100$ , где

$П_{п.р.}$  – показатель первоначального увеличения объема грунта, %

$k_{о.р.} = (100 + П_{о.р.}) / 100$ , где

$П_{о.р.}$  – показатель остаточного разрыхления грунта, %

## Приложение 3

Объем котлованов и траншей с откосами без креплений в не скальных грунтах выше уровня грунтовых вод (с учетом капиллярного поднятия) или в грунтах, осушенных с помощью искусственного водопонижения, следует определять при глубине выемки и крутизне откосов по таблице 1-10 ГЭСН-2001-01.

### Отношение высоты откоса к его заложению

Виды грунтов	Крутизна откоса (отношение его высоты к заложению) при глубине выемки, м, не более		
	1,5	3	5
Насыпные неуплотненные	1:0,67	1:1	1:1,25
Песчаные и гравийные	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
Лессы и лессовидные	1:0	1:0,5	1:0,5

## Приложение 4

Распределение грунтов на группы в зависимости от трудности разработки производится по таблице 1-1 ГЭСН-2001-01.

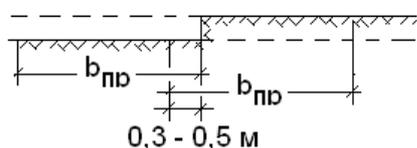
Распределение грунтов на группы  
в зависимости от трудности разработки (выборочно)

№ п/п	Наименование и краткая характеристика грунтов	Средняя плотность в естественном залегании кг/м <sup>3</sup>	Механизированная разработка грунтов			Разработка грунтов вручную	Разрыхление мерзлых грунтов
			Экскаваторами одноковшовыми	Скреперами	Бульдозерами		
1	Глина мягкая карбонная	1950	3	2	3	2	3
2	Глина твердая карбонная, тяжелая ломовая сланцевая	1950-2150	4; 3м	-	3; 4м	2	4; 4м
3	Грунт растительного слоя с корнями кустарника и деревьев	1200	1	1; 1м	2; 2м	2; 2м	1м
4	Песок без примесей	1600	1; 1м	2; 2м	2; 2м	1	2м
5	Песок с примесью щебня, гальки, гравия или строительного мусора до 10%	1600	1; 1м	2; 2м	2; 2м	1; 1м	2м
6	Суглинок с примесью гальки, щебня, гравия или строительного мусора до 10% и тугопластичные без примесей	1700	1; 3м	1; 3м	1; 3м	3м	1; 3м
7	Суглинок тяжелый, полутвердый и твердый с примесью щебня, гальки, гравия или строительного мусора более 10%	1950	3м	2; 3м	3м	3м	3; 4м
8	Супесь легкая, пластичная без примесей	1650	1; 1м	2; 1м	2; 1м	1; 1м	1м
9	Супесь твердая без примесей, а также пластичная и твердая с примесью щебня, гальки, гравия или строительного мусора до 10%	1650	1; 1м	2; 2м	2; 2м	1	2м
10	Щебень при размере частиц до 40 мм	1750	2	-	3	2	-

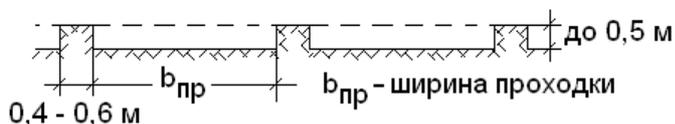
Машины для производства земляных работ

5.1. Бульдозеры

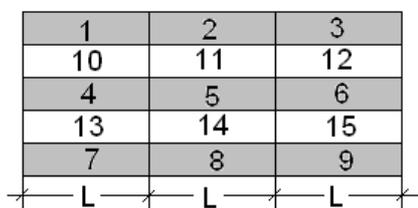
РАЗРАБОТКА ГРУНТА ПАРАЛЛЕЛЬНЫМИ ПРОХОДКАМИ



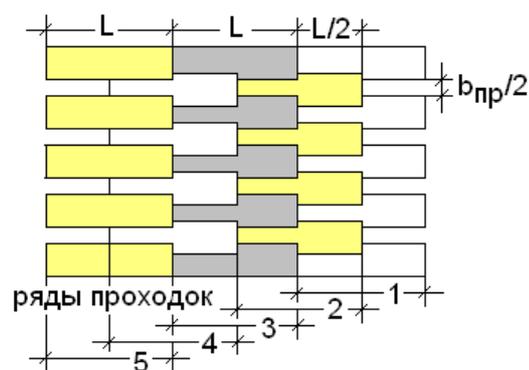
ТРАНШЕЙНЫЙ СПОСОБ



РАЗРАБОТКА ГРУНТА БУЛЬДОЗЕРОМ ПРОХОДКАМИ ЧЕРЕЗ ПОЛОСУ



РЕБРИСТО-ШАХМАТНЫЙ СПОСОБ



5.1.1. Дальность перемещения грунта бульдозерами

Основные группы бульдозеров			Рекомендуемая дальность перемещения, м
Мощность двигателя базового тягача, кВт	Тяговое усилие, кН	Группа бульдозера	
до 20	до 40	Малогобаритный	до 30
до 60	60	Лёгкий	до 50
до 100	100	Средний	до 70
120 – 240 и более	150 – 250	Тяжелый	100 – 150

5.2. Скреперы

Скреперами разрабатывают грунты I и II категории непосредственно, а грунты III и IV категории – после их предварительного разрыхления

5.2.1. Дальность транспортировки грунта скреперами

Тип скрепера			
Прицепной		Самоходный	
Объём ковша скрепера, м <sup>3</sup>	Пределы дальности перевозки грунта, м	Объём ковша скрепера, м <sup>3</sup>	Пределы дальности перевозки грунта, м
6	100 – 350	до 8	300 – 1500
8	150 – 550	9 – 10	400 – 2500
10	300 – 800	15	до 3000

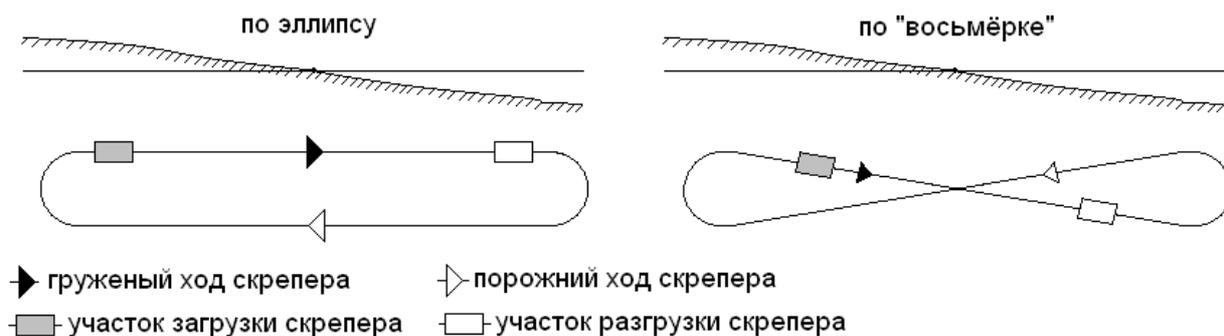
15	500 – 1500	25	более 5000
----	------------	----	------------

### 5.2.2. Число скреперов, обслуживаемых одним трактором-толкачом

Дальность перемещения грунта, м	Прицепные скреперы с объёмом ковша 6 ... 10 м <sup>3</sup>	Самоходные скреперы с объёмом ковша	
		8 ... 10 м <sup>3</sup>	15 м <sup>3</sup>
100	2	-	-
300	3	3	2
500	4 – 5	4	2
1000	-	6	3

Рабочий цикл скрепера включает разработку грунта (отделение грунта от массива и заполнение им ковша), транспортирование грунта в ковше к месту укладки, его отсыпку и возвращение машины на исходную позицию следующего рабочего цикла.

#### СХЕМЫ РАБОТЫ СКРЕПЕРА:



### 5.2.3. Длина пути набора грунта

Тип скрепера	Объём ковша скрепера, м <sup>3</sup>			
	2,5 – 3	6 – 8	10 – 12	15 – 18
Прицепной	12 – 15 м	15 – 20 м	20 – 25 м	30 – 35 м
Самоходный	-	15 – 18 м	18 – 22 м	25 – 30 м

### 5.2.4. Средняя длина пути разгрузки грунта в зависимости от толщины слоя отсыпки

Толщина слоя отсыпки, м	Объём ковша, м <sup>3</sup>			Толщина слоя отсыпки, м	Объём ковша, м <sup>3</sup>		
	6 – 8	10	15		6 – 8	10	15
0,15	15	23	-	0,3	8	11,5	16
0,2	11	17	24	0,35	6,5	10	14
0,25	9	14	20	0,4	-	9	12

### 5.3. Технические характеристики землеройно-транспортных и грунтоуплотняющих машин

Марка (Тип трактора)	Мощ- ность, кВт	Масса,т	Размер отвала, м Объём ковша, м <sup>3</sup>	Наибольшие размеры разработки, м		Габариты (длина; ширина; высота), м	Производи- тельность, м <sup>3</sup> / час
				ширина	высота		
<b>Бульдозеры</b>							
ДЗ-37 (МТЗ-52)	41	3,8	2,0 x 0,7	2,0	0,15	6,2 x2,3 x3,3	200
ДЗ-29 (Т-74)	55	6,6	2,6 x 0,8	2,6	0,3	4,8 x2,5 x2,5	280
ДЗ-8 (Т-100)	79	13,6	3,2 x 1,2	3,2	1,0	5,3 x3,2 x3,1	510
ДЗ-18 (Т-100)	79	13,6	3,9 x 1,0	3,9	0,5	5,5 x3,2 x3,1	570
ДЗ-28(Т-130)	118	14,1	3,9 x 1,0	3,9	0,4	6,4 x3,2 x3,1	860
ДЗ-24А(Т-180)	132	18,2	3,4 x 1,1	3,4	1,0	7,0 x4,4 x2,8	900
ДЗ-34(ДЭТ-250)	221	31,4	4,5 x 1,6	4,5	0,4	6,9 x3,8 x3,2	1400
<b>Бульдозеры-рыхлители</b>							
ДП-14,15 (Т-100)	79	15	3,2 x 1,2	3,2	0,4	6,8 x3,2 x3,1	500
ДП-26С(Т-130)	118	17,9	3,2 x 1,1	3,2	0,45	6,6 x3,2 x3,1	850
ДП-22С(Т-180)	132	22,7	3,6 x 1,3	3,6	0,5	8,4 x3,6 x2,8	1000
<b>Скреперы прицепные</b>							
ДЗ-30 (Т-74)	55	2,8	3	1,9	0,15	5,8 x2,4 x2,1	35
ДЗ-57 (ТП-4)	66	4,8	5	2,4	0,25	6,8 x2,9 x2,2	45
ДЗ-20А(Т-100)	79	7,3	7	2,7	0,3	7,3 x3,2 x2,4	50
ДЗ-77С(Т-130)	118	9,8	8	2,7	0,35	9,0 x3,1 x2,7	60
ДЗ-26 (Т-180)	132	9,2	10	2,8	0,3	9,0 x3,2 x2,7	90
ДЗ-23(ДЭТ-250)	221	16,3	15	2,9	0,35	11,3x3,4x3,1	110
<b>Скреперы самоходные</b>							
ДЗ-11П	158	19	9	2,7	0,3	10,2x3,2x2,9	40
ДЗ-115	265x2	44	15	3,0	0,35	13,9x3,6x3,8	100
ДЗ-67	315x2	64	25	3,6	0,4	16,1x4,4x4,3	120
<b>Катки прицепные</b>							
ЗУР-25(Т-100)	79	15		2,9	0,5	5,8 x2,8 x2,3	160
ДУ-32А(Т-130)	108	18		2,6	0,3	5,0 x2,3 x2,1	170
ДУ-39А(Т-180)	118	25		2,6	0,4	5,8 x2,9 x2,4	180

## Приложение 6

### Технические характеристики самосвалов

Марка	Грузоподъемность, кг	Наибольшая скорость движения, км/час	Угол преодолеваемого подъёма, не менее	Наружный габаритный радиус поворота, м	Габаритные размеры автомобиля, (длина x ширина x высота) мм
Камаз-45141-10	9500	80	31°	11,5	7855 x 2500 x 3080
Камаз-45141-11	9600				
Камаз-53605	7400	80	18%		6650 x 2500 x 2935
Камаз-55111	13000	90	25%	9	6700 x 2500 x 2850
Камаз-45142	13500	80			7100 x 2500 x 3100
Камаз-65111	14000	80	30%	11,3	7400 x 2500 x 3135
Камаз-45392Д	14500	80	25%	10	7180 x 2500 x 3100
Камаз-65115	15000	80	25%	9	6690 x 2500 x 2955
Камаз-6522	13400 (19000)	90	25%	12,5	7795 x 2500 x 3200

## Приложение 7

Объем работ при механизированной разработке котлованов и траншей при строительстве зданий и сооружений, выемок при строительстве автомобильных и железных дорог, следует определять по проектным данным за вычетом объема недобора грунта.

Объем недобора и способ его разработки следует принимать в соответствии с главой СНиП 3.02.01-87 «Земляные сооружения, основания и фундаменты» и проектом организации строительства.

Примечание:

1. Вместимость основных ковшей экскаваторов для II размерной группы составляет 0,25... 0,28 м<sup>3</sup>
2. Недобор грунта – это слой грунта толщиной от 5 до 20 см, оставляемый при устройстве выемки землеройными машинами с целью сохранения структуры грунта основания. При переборах грунта дно траншей подсыпают песком или другим грунтом без органических примесей с последующей трамбовкой его до плотности естественного грунта.

**Вместимость ковша экскаватора и допустимый недобор грунта в основании в соответствии с размерной группой экскаваторов**

Размерная группа экскаваторов	Объём земляных работ, тыс м <sup>3</sup>	Вместимость ковша экскаватора, м <sup>3</sup>	Допускаемый недобор грунта в основании, см		
			Рабочее оборудование:		
			прямая лопата	обратная лопата	драглайн
<b>механические экскаваторы</b>					
III	менее 2	до 0,4	5	10	15
IV	до 20	до 0,65	10	15	20
V	до 50	0,8 - 1,25	10	20	25
VI	до 100	1,5 - 2,5	15	17	30
VII	свыше 100	3.0 - 5.0	20	-	30
<b>гидравлические экскаваторы</b>					
III	менее 2	0,5	5	5	-
IV	до 20	0,65 – 1	7	10	-
V	до 50	1,25 - 1,6	7	10	-
VI	до 100	2 - 3,2	10	12	-

**Приложение 8**

**Ведомость объёмов работ**

№ п/п	Наименование работ	Ед. изм.	Объём работ	Примечание
1	2	3	4	5
<b>Подготовка строительной площадки</b>				
1	Срезка растительного слоя грунта бульдозерами (указать марку бульдозера)			
<b>Вертикальная планировка строительной площадки</b>				
2	Рыхление немерзлого грунта ... группы бульдозерами – рыхлителями			
3	Разработка и перемещение грунта ... группы - скреперами (марка) - бульдозерами (марка)			
4	Разработка грунта ... группы в котловане экскаватором (марка) с вместимостью ковша ... с погрузкой в автотранспортные средства			Работа указывается в том случае, если грунт из котлована используется в планировочной насыпи (по табл.3 методических указаний)

№ п/п	Наименование работ	Ед. изм.	Объём работ	Примечание
1	2	3	4	5
5	Транспортировка грунта автотранспортными средствами (марка) из котлована в планировочную насыпь			То же  (количество автотранспортных средств для транспортировки грунта принимается по расчёту (см. п.10.3.5 методических указаний))
6	Разравнивание грунта бульдозерами при отсыпке насыпей			
7	Уплотнение грунта насыпи ... (марка машины)			
<b>Работы по устройству котлована</b>				
8	Разработка грунта ... группы в котловане экскаватором (марка) с вместимостью ковша ... - с погрузкой в автотранспортные средства <b>(1)</b> - навывет (в отвал) <b>(2)</b>			
9	Транспортировка грунта автотранспортными средствами (марка) <b>(1)</b>			(по расчёту)
10	Разработка и перемещение грунта ... группы бульдозером (марка) на расстояние ... м <b>(2)</b>			
11	Подчистка дна котлована бульдозером			На толщину недобора грунта
12	Подчистка дна котлована вручную			5-10% от $F_{\text{по низу котл.}}$
* Работы по устройству отвала грунта на обратную засыпку пазух котлована (указываются в случае, если грунт строительной площадки – песок (см. табл.3 методических указаний))				
13.	Гуртовка грунта ... группы бульдозером (марка) в отвал			
<b>Работы по устройству подсыпки</b>				
14	Погрузка грунта ... группы в карьере экскаватором (марка)			

№ п/п	Наименование работ	Ед. изм.	Объём работ	Примечание
1	2	3	4	5
15	Транспортировка грунта подсыпки (марка машины)			(по расчёту)
16	Разравнивание грунта подсыпки бульдозером (марка)			
17	Уплотнение грунта подсыпки катком (марка машины)			
Производство работ по устройству подземной части здания (принимается: 1 месяц)				
Работы по устройству обратной засыпки				
18	Погрузка грунта ... группы в карьере экскаватором (марка)			
19	Транспортировка грунта обратной засыпки (марка машины)			(по расчёту)
* Работы по устройству обратной засыпки из отвала (указываются в случае, если грунт строительной площадки – песок (см. табл.3 методических указаний))				
18 <sub>о</sub>	Погрузка грунта ... группы в отвале экскаватором (марка)			
19 <sub>о</sub>	Транспортировка грунта обратной засыпки (марка машины) из отвала			(по расчёту)
Работы по устройству обратной засыпки (обратная засыпка пазух котлована)				
20	Подача грунта обратной засыпки бульдозером			на расстояние до 5 м
21	Трамбование грунта			Площадь всех слоёв уплотнения
22	Окончательная планировка площадей бульдозером (марка)			

Примечание: группа грунта устанавливается по приложению 4.

## Приложение 9

При производстве работ по разработке выемок и устройству естественных оснований состав контролируемых показателей, допустимые отклонения, объём и методы контроля должны соответствовать таблице 4 и таблице 7 СНиП 3.02.01-87

Потери грунта при транспортировании в земляные сооружения автотранспортом, скреперами и землевозами следует учитывать в размере, %: при транспортировании на расстояние 1 км – 0,5; при больших расстояниях – 1,0.

Потери грунта при перемещении его бульдозерами по основанию, сложенному грунтом другого типа, следует учитывать в размере, %: при обратной засыпке траншей и котлованов – 1,5, при укладке в насыпи – 2,5

Таблица 4 (выборочно)

Технические требования	Предельные отклонения	Контроль (метод и объем)
1. Отклонения отметок дна выемок от проектных (кроме выемок в валунных, скальных и вечномёрзлых грунтах) при черновой разработке:		Измерительный, точки измерений устанавливаются случайным образом; число измерений на принимаемый участок должно быть не менее:
а) одноковшовыми экскаваторами, оснащенными ковшами с зубьями	Для экскаваторов с механическим приводом по видам рабочего оборудования: драглайн + 25 см прямого копания +10 см обратная лопата +15 см Для экскаваторов с гидравлическим приводом +10 см	20 15 10 10
б) одноковшовыми экскаваторами, оснащенными планировочными ковшами, зачистным оборудованием и другим специальным оборудованием для планировочных работ, экскаваторами-планировщиками	+ 5 см	5
в) бульдозерами	+10 см	15
г) траншейными экскаваторами	+10 см	10
д) скреперами	+10 см	10
5. Отклонения отметок дна выемок в местах устройства фундаментов и укладки конструкций при окончательной разработке или после доработки недоборов и восполнения переборов	± 5 см	Измерительный, по углам и центру котлована, на пересечениях осей здания, в местах изменения отметок, поворотов и примыканий траншей, расположения колодцев, но не реже чем через 50 м и не менее 10 измерений на принимаемый участок
8. Отклонения уклона спланированной поверхности от проектного, кроме орошаемых земель	Не должны превышать ± 0,001 при отсутствии замкнутых понижений	Визуальный (наблюдения за стоком атмосферных осадков) или измерительный, по сетке 50'50 м

Таблица 7 (выборочно)

Технические требования	Предельные отклонения	Контроль (метод и объем)
1. Гранулометрический состав грунта, предназначенного для устройства насыпей и обратных засыпок (при наличии специальных указаний в проекте)	Должен соответствовать проекту. Выход за пределы диапазона, установленного проектом, допускается не более чем в 20 %	Измерительный и регистрационный по указаниям проекта

Технические требования	Предельные отклонения	Контроль (метод и объем)
2. Содержание в грунте, предназначенном для устройства насыпей и обратных засыпок: а) древесины, волокнистых материалов, гниющего или легкосжимаемого строительного мусора б) растворимых солей в случае применения засоленных грунтов	определений  Не допускается  Количество не должно превышать указанного в проекте	Ежесменный, визуальный  Измерительный по указаниям проекта, но не реже чем одно определение на 10 тыс. м <sup>3</sup> грунта
4. Размер твердых включений, в т. ч. мерзлых комьев, в насыпях и обратных засыпках	Не должен превышать 2/3 толщины уплотненного слоя, но не более 15 см для грунтовых подушек и 30 см для прочих насыпей и обратных засыпок	Визуальный, периодический (устанавливается в ППР)
5. Наличие снега и льда в насыпях, обратных засыпках и их основаниях	Не допускается	«
6. Температура грунта, отсыпаемого и уплотняемого при отрицательной температуре воздуха	Должна обеспечивать сохранение немерзлого или пластичного состояния грунта до конца его уплотнения	Измерительный, периодический (устанавливается в ППР)
7. Средняя по проверяемому участку плотность сухого грунта обратных засыпок	Не ниже проектной, а при отсутствии в проекте указаний должна быть не ниже плотности, соответствующей контрольным значениям коэффициента уплотнения, приведенным в табл. 8. СНиП 3.02.01-87 Допускаются значения плотности сухого грунта ниже проектных на 0,06 г/см <sup>3</sup> в отдельных определениях, но не более чем в 20 % определений	То же, объем устанавливается проверяющей организацией
8. Средняя по принимаемому участку плотность сухого грунта для дорожных, гидротехнических насыпей, грунтовых подушек под фундаменты	Не ниже проектной. Допускаются значения плотности сухого грунта ниже проектных не более чем в 10 % определений при летней отсыпке и в 20 % при зимней отсыпке	То же, по указаниям проекта, а при отсутствии указаний - ежесменно, но не реже чем одно определение на 300 м <sup>3</sup> насыпи

### СНиП 12-03-2001 БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ (выборочно)

4.8 Перед началом работ в условиях производственного риска необходимо выделить опасные для людей зоны, в которых постоянно действуют или могут действовать опасные факторы, связанные или не связанные с характером выполняемых работ.

4.9 К зонам потенциально опасных производственных факторов следует относить:

зоны перемещения машин, оборудования или их частей, рабочих органов;

4.10 Места временного или постоянного нахождения работников должны располагаться за пределами опасных зон.

На границах зон постоянно действующих опасных производственных факторов должны быть установлены защитные ограждения, а зон потенциально опасных производственных факторов — сигнальные ограждения и знаки безопасности.

5.1 В соответствии с действующим законодательством обязанности по обеспечению безопасных условий охраны труда в организации возлагаются на работодателя.

5.2 В организации, как правило, назначаются лица, ответственные за обеспечение охраны труда в пределах порученных им участков работ, в том числе:

- в целом по организации (руководитель, заместитель руководителя, главный инженер);
- в структурных подразделениях (руководитель подразделения, заместитель руководителя);
- на производственных территориях (начальник цеха, участка, ответственный производитель работ по строительному объекту);
- при эксплуатации машин и оборудования (руководитель службы главного механика, энергетика и т.п.);
- при выполнении конкретных работ и на рабочих

5.13 В соответствии с законодательством на работах, связанных с загрязнением, работодатель обязан бесплатно обеспечить выдачу работникам спецодежды, спецобуви и других средств индивидуальной.

Все лица, находящиеся на строительной площадке, обязаны носить защитные каски. Работники без защитных касок и других необходимых средств индивидуальной защиты к выполнению работ не допускаются.

6.2.9 При производстве земляных работ на территории населенных пунктов или на производственных территориях котлованы, ямы, траншеи и канавы в местах, где происходит движение людей и транспорта, должны быть ограждены.

7.1.10 Оставлять без надзора машины, транспортные средства и другие средства механизации с работающим (включенным) двигателем не допускается.

7.1.11 Включение, запуск и работа транспортных средств, машин, производственного оборудования и других средств механизации должны производиться лицом, за которым они закреплены и имеющим соответствующий документ на право управления этим средством.

7.2.1 При размещении мобильных машин на производственной территории руководитель работ должен до начала работы определить рабочую зону машины и границы создаваемой ею опасной зоны.

7.2.4 Перемещение, установка и работа машины, транспортного средства вблизи выемок (котлованов, траншей, канав и т.п.) с неукрепленными откосами разрешаются только за пределами призмы обрушения грунта на расстоянии, установленном организационно-технологической документацией.

При отсутствии соответствующих указаний в проекте производства работ минимальное расстояние по горизонтали от основания откоса выемки до ближайших опор машины допускается принимать по таблице 1.

Таблица 1

Глубина выемки, м	Грунт ненасыпной			
	песчаный	супесчаный	суглинистый	глинистый
	Расстояние по горизонтали от основания откоса выемки до ближайшей опоры машины, м			
1,0	1,5	1,25	1,0	1,0
2,0	3,0	2,4	2,0	1,5
3,0	4,0	3,6	3,25	1,75
4,0	5,0	4,4	4,0	3,0
5,0	6,0	5,3	4,75	3,5

7.2.9 При эксплуатации машин, имеющих подвижные рабочие органы, необходимо предупредить доступ людей в опасную зону работы, граница которой находится на расстоянии не менее 5 м от предельного положения рабочего органа, если в инструкции завода-изготовителя отсутствуют иные повышенные требования.

8.1.2 Транспортные средства и оборудование, применяемое для погрузочно-разгрузочных работ, должно соответствовать характеру перерабатываемого груза.

Площадки для погрузочных и разгрузочных работ должны быть спланированы и иметь уклон не более 5°, а их размеры и покрытие — соответствовать проекту производства работ. В соответствующих местах необходимо установить надписи: “Въезд”, “Выезд”, “Разворот” и др.

Спуски и подъемы в зимнее время должны очищаться от льда и снега и посыпаться песком или шлаком.

8.5.2 Для организации движения автотранспорта на производственной территории должны быть разработаны и установлены на видных местах схемы движения транспортных средств и основные маршруты перемещения для работников.

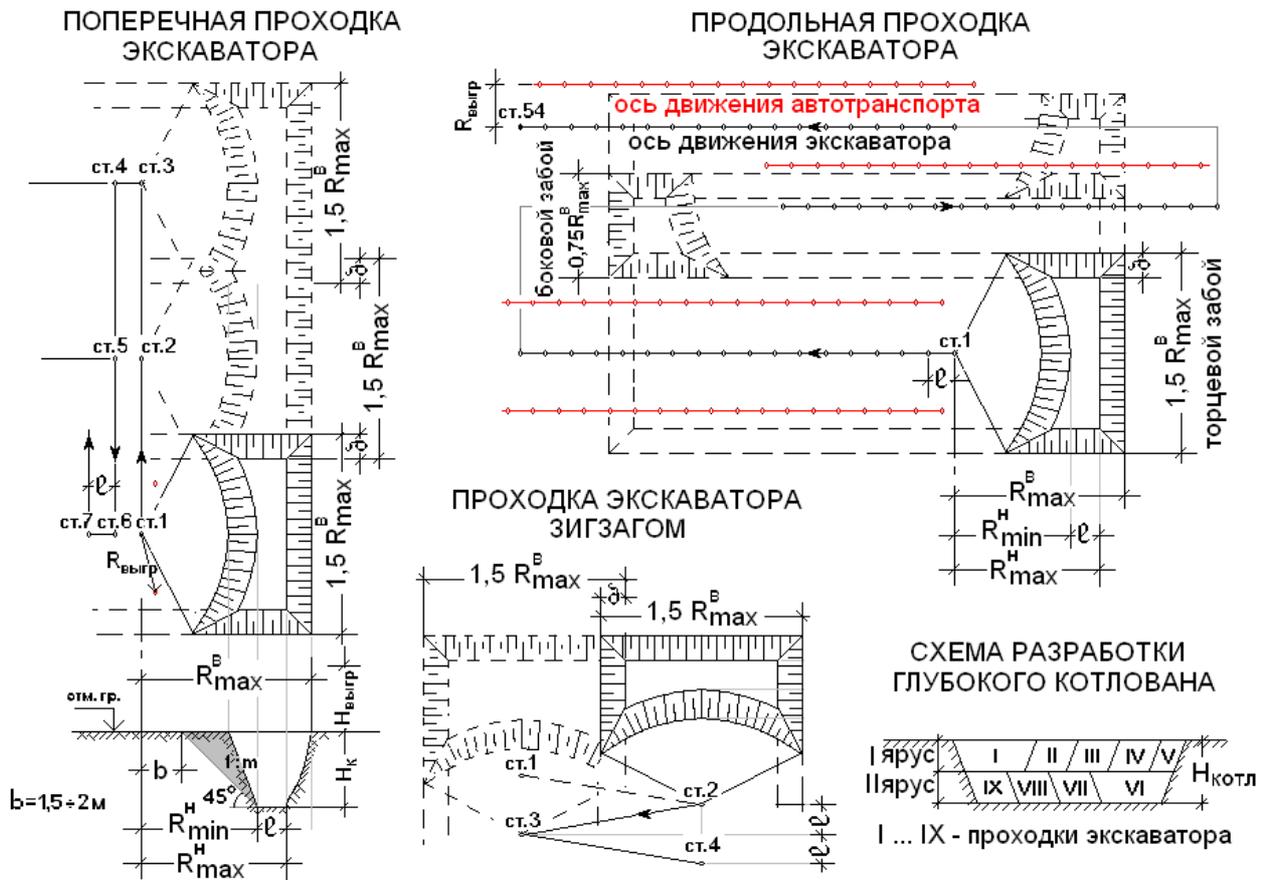
## Приложение 11

### 11.1. Схема производства работ по вертикальной планировке на территории строительной площадки

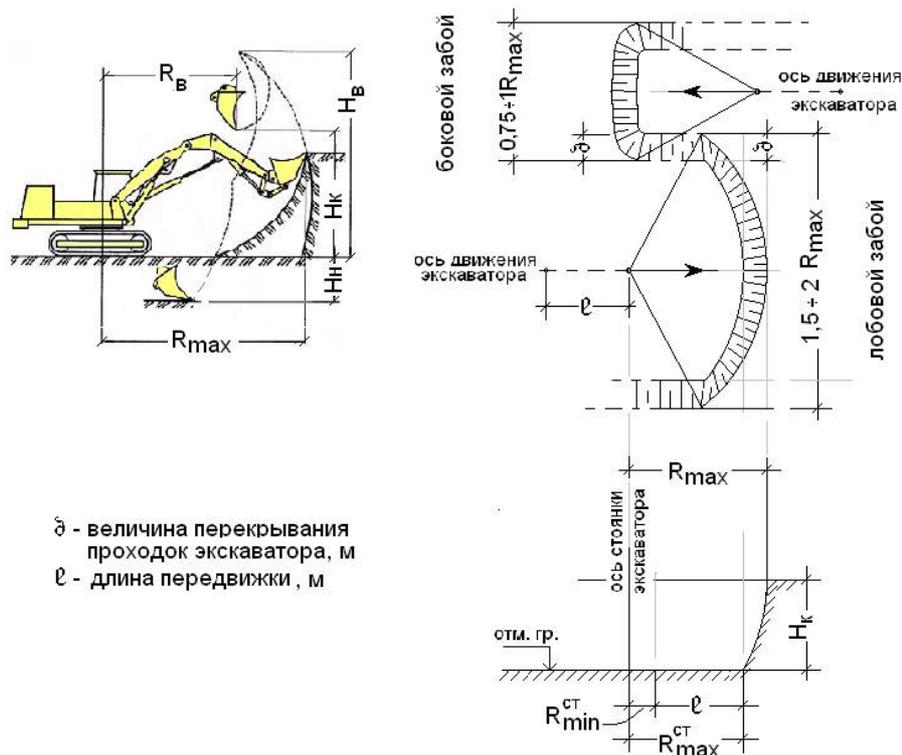


## 11.2. Разработка грунта в котловане экскаватором

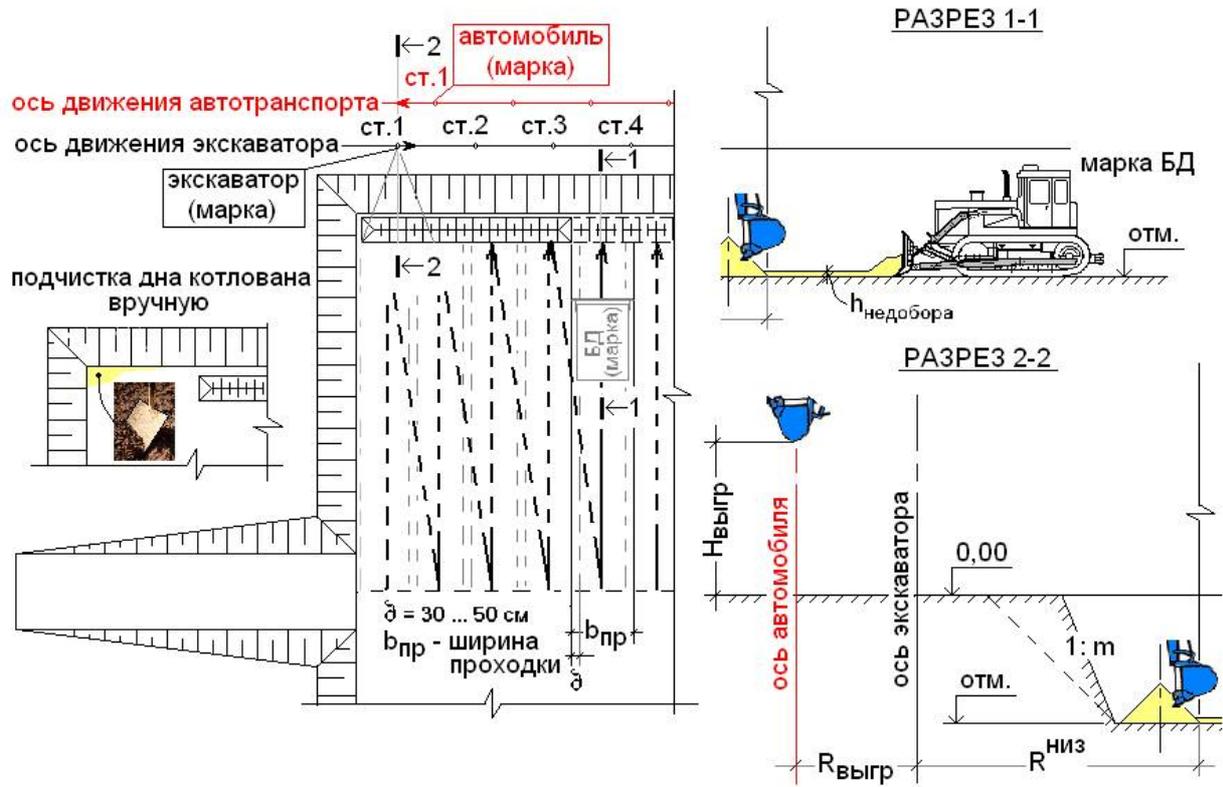
### 11.2.1. Разработка грунта экскаватором с оборудованием обратная лопата



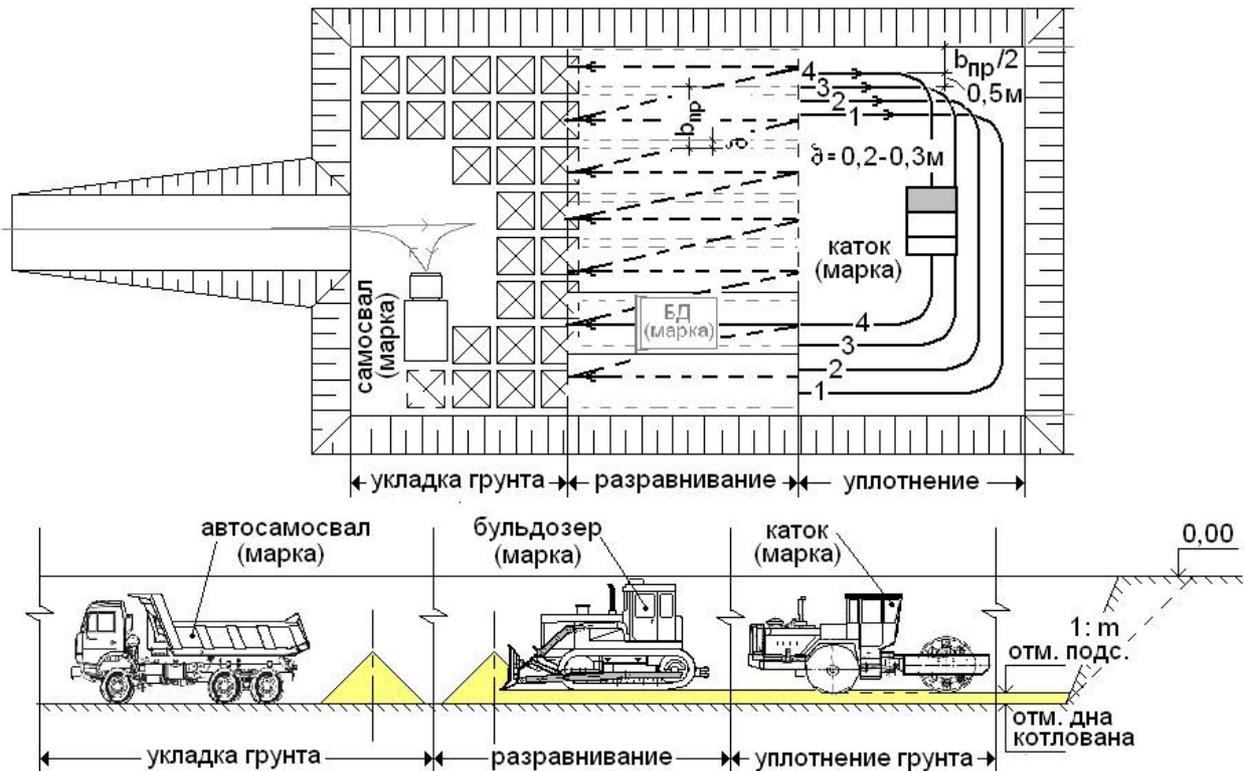
### 11.2.2. Разработка грунта экскаватором с оборудованием прямая лопата



### 11.3. Подчистка дна котлована



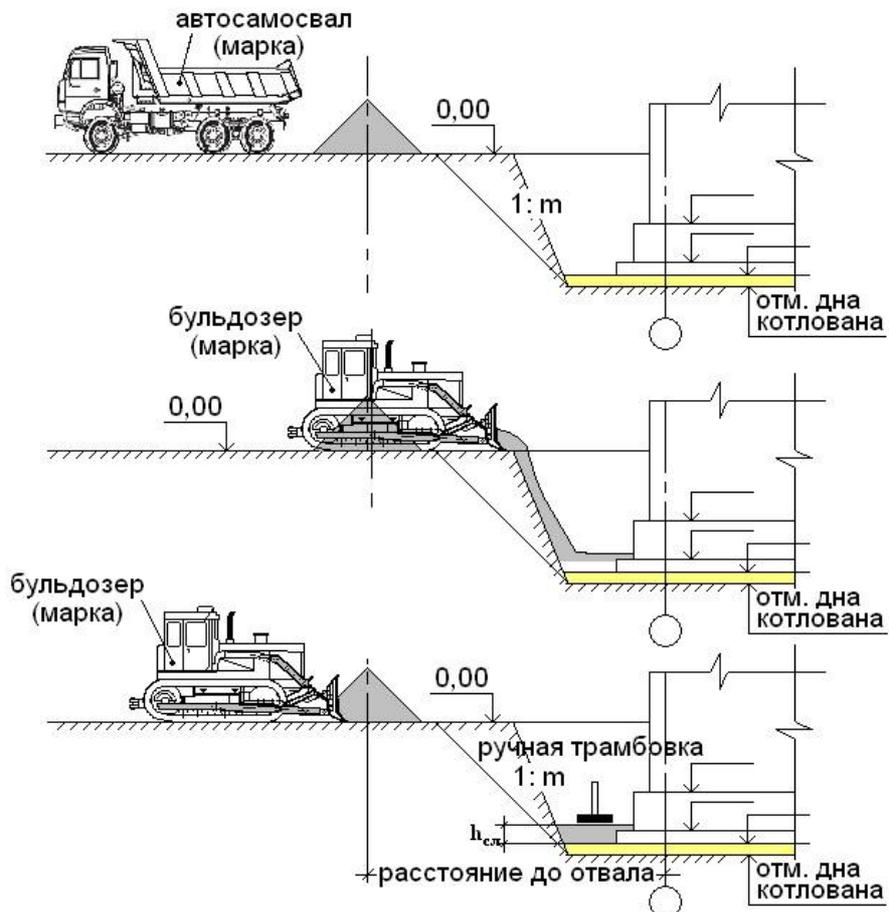
### 11.4. Устройство песчаной подсыпки на дне котлована



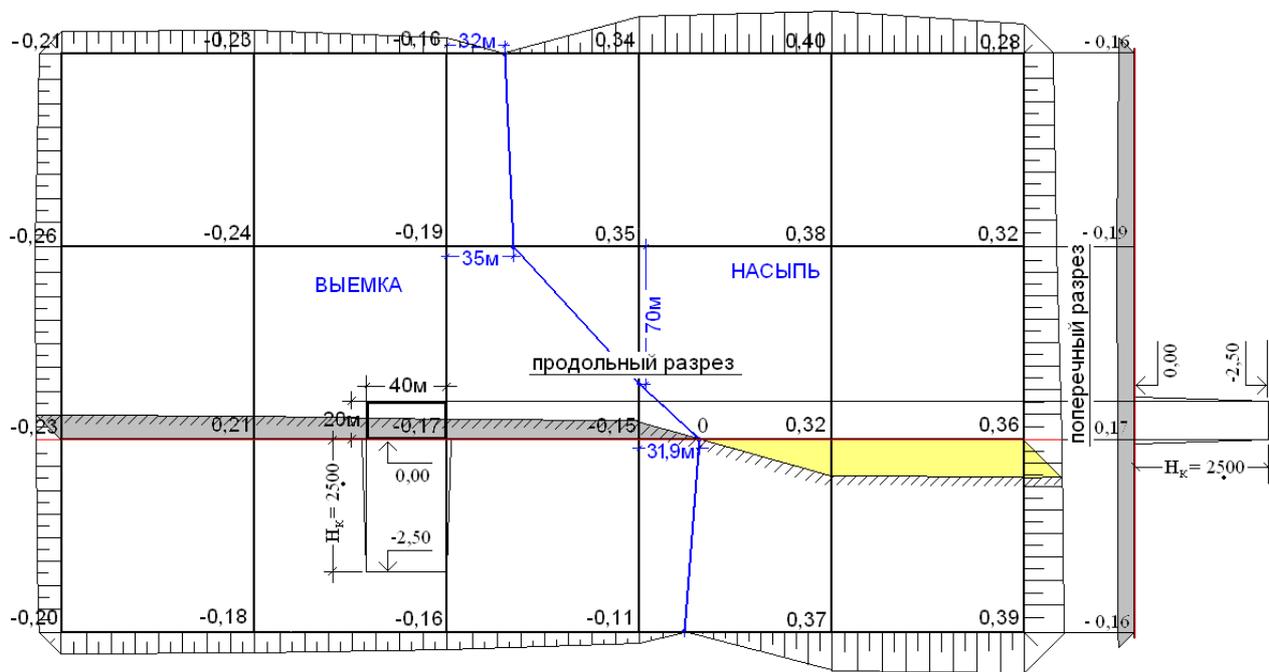
### 11.5.1. Обратная засыпка пазух котлована



### 11.5.2. Обратная засыпка пазух котлована



12.1. План строительной площадки с указанием рабочих отметок; линией нулевых работ; обводов строительной площадки. Продольный и поперечный разрезы строительной площадки по котловану



12.2. Пример календарного плана

№ п/п	Наименование процесса	ДНИ															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	45
1	2																
1	Срезка растительного слоя грунта (I группы) бульдозером ДЗ-18	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
2	Рыхление немёрзлого грунта бульдозером-рыхлителем ДП-15																
3	Разработка и перемещение грунта II гр. сам оходным скрепером (ковш 8 м³)																
4	Разравнивание грунта II группы бульдозером ДЗ-18																
5	Уплотнение грунта насыпи сам оходным катком ДУ-31А																
6	Окончательная планировка площадей бульдозером ДЗ-18 (ДЗ-17)																
7	Разработка грунта I группы в котловане экскаватором Э-3322 (ковш 0,5 м³) с погрузкой в автотранспортные средства																
8	Транспортировка грунта																
9	Подчистка дна котлована бульдозером ДЗ-18																
10	Подчистка дна котлована вручную																
11	Погрузка грунта I группы в карьере экскаватором ЭО-302																
12	Транспортировка грунта подсыпки																
13	Разравнивание грунта подсыпки I группы бульдозером ДЗ-18																
14	Уплотнение грунта подсыпки прицепным катком ДУ-39А																
15	Погрузка грунта I группы в карьере экскаватором ЭО-4321																
16	Транспортировка грунта обратной засыпки																
17	Подача грунта обратной засыпки I группы бульдозером ДЗ-18 на расстояние до 5 м																
18	Трамбование грунта I группы электрической трамбовкой																

На оформляемом листе календарный план должен содержать табличную часть.

## Список литературы:

1. Теличенко В.И., Лapidус А.А., Терентьев О.М. Технология строительных процессов. Ч.1, 2 - М., Высшая школа, 2008
2. Беляков Ю.И. и др. Земляные работы. - М., Стройиздат, 1990
3. Машины для земляных работ. Учебник для вузов под редакцией Д.П. Волкова. - М., Высшая школа 1998
4. СНиП 3.02.01-87 Земляные сооружения, основания и фундаменты. Госстрой РФ, МОСКВА 1988 (в части пп. 5.7, 5.8, 5.50 заменен на ГОСТ 12.3.048-2002)
5. ГЭСН-2001-01, Земляные работы ГОССТРОЙ РФ
6. СНиП 12-03-2001 БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ
7. ЕНиР Сборник Е2. Земляные работы. Выпуск 1. Механизированные и ручные земляные работы. Госстрой СССР. - М., Стройиздат, 1988