

С.В. КОРОБКОВ

**РАЗРАБОТКА ГРУНТА В КОТЛОВАНАХ  
И ТРАНШЕЯХ**

Учебное пособие

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>1. Общие указания .....</b>	<b>4</b>
<b>2. Основные теоретические положения .....</b>	<b>6</b>
2.1. Основные положения и понятия, принятые в технологии строительного производства .....	6
2.2. Технология земляных работ .....	8
2.2.1. Общие положения .....	8
2.2.2. Способы разработки грунта .....	9
2.2.3. Способы уплотнения грунта .....	12
<b>3. Методические указания к разделу курсового проекта .....</b>	<b>13</b>
3.1. Назначение размеров котлована (траншеи) под фундамент здания .....	13
3.2. Вычисление объемов земляных работ .....	15
3.3. Подбор комплекта машин для разработки грунта .....	16
3.4. Составление ведомости объемов земляных работ .....	17
3.5. Калькуляция затрат труда и машинного времени .....	19
3.6. Расчет комплекта автосамосвалов для транспортирования грунта .....	20
3.7. Расчет забоя одноковшового экскаватора .....	20
3.7.1. Расчет забоя для экскаватора прямая лопата .....	21
3.7.2. Расчет параметров забоя для экскаваторов обратная лопата и драглайн .....	24
3.8. Календарный график производства земляных работ .....	27
3.9. Технологии производства земляных работ .....	28
3.10. Расчет технико-экономических показателей комплекта машин .....	28
3.11. Техника безопасности .....	29
3.12. Расчет материальных ресурсов для производства земляных работ .....	29
3.13. Графическая часть .....	30
<b>Контрольные вопросы и задания .....</b>	<b>32</b>
<b>Список рекомендуемой литературы .....</b>	<b>33</b>
<b>Приложение 1 .....</b>	<b>34</b>
<b>Приложение 2 .....</b>	<b>43</b>
<b>Приложение 3 .....</b>	<b>55</b>

## 1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

**Цель работы.** Приобрести навыки проектирования технологии выполнения строительных процессов и закрепить теоретический материал раздела «Технология земляных работ» в составе дисциплины «Технология строительных процессов».

**Объем раздела курсового проекта.** Раздел «Земляные работы» в составе курсового проекта состоит из расчетно-пояснительной записки, выполненной на листах писчей бумаги формата А4 и графической части, выполненной единой с разделом «Бетонные работы» на листе формата А1 (ГОСТ 2.301–68\*).

Расчетно-пояснительная записка и графическая часть должны быть оформлены в соответствии с требованиями ГОСТ 2.105–95, 2.1.101–93, 2.1.501–93, 2.306–68\*.

**Содержание раздела курсового проекта.** Пояснительная записка содержит следующие разделы:

1. Исходные данные.
2. Расчет размеров котлована (траншеи) под фундаменты здания.
3. Вычисление объемов земляных работ.
4. Подбор комплекта машин для разработки грунта и его транспортирования.
5. Составление ведомости объемов земляных работ.
6. Калькуляция затрат труда и машинного времени.
7. Расчет забоя одноковшового экскаватора.
8. Расчет комплекта автосамосвалов для транспортирования грунта.
9. Календарный график производства земляных работ.
10. Технология производства земляных работ.

11. Расчет технико-экономических показателей комплекта машин для земляных работ.

12. Техника безопасности.

13. Расчет материальных ресурсов для производства работ.

14. Список использованной литературы.

Графическая часть включает технологическую схему производства земляных работ при разработке грунта в котловане (траншее).

Исходные данные для выполнения раздела курсового проекта выбираются в соответствии с альбомами заданий [1 или 2].

## 2. ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

### 2.1. Основные положения и понятия, принятые в технологии строительного производства

Строительное производство объединяет процессы, выполняемые непосредственно на строительной площадке, и изучается такими дисциплинами, как технология строительного производства и организация строительного производства.

*Технология строительного производства* – это наука, изучающая методы выполнения строительных процессов, которые направлены на переработку строительных материалов и конструкций с целью получения продукции заданного качества.

*Строительной продукцией* является законченный конструктивный элемент здания или здание целиком (фундамент, стена, перекрытие и т. д.).

*Строительный процесс* – это совокупность операций, технологически связанных между собой и направленных на получение конечной строительной продукции (например, разработка грунта в котловане, укладка бетонной смеси, установка колонны и т. д.). Для выполнения строительных процессов необходимы материальные элементы (предметы труда) и технические средства (орудия труда). Технические средства, управляемые рабочим, действуют на материальные элементы, что приводит к созданию строительной продукции.

Строительные процессы по назначению делятся на заготовительные, транспортные, подготовительные и монтажно-укладочные; по степени сложности – на простые и комплексные; по степени механизации – на ручные, механизированные и автоматизированные.

Строительные процессы характеризуются временными и пространственными параметрами. К временным относятся: продолжительность процесса, сроки выполнения, сменность работы. Развитие процессов во времени может протекать последо-

вательным, параллельным или поточным способами. К пространственным параметрам относятся: рабочее место, делянка, захватка, участок, фронт работы.

Совокупность строительных процессов, связанных общностью обрабатываемых предметов труда, образует вид строительной работы (например, земляные, бетонные, каменные, монтажные работы и др.). Строительные работы подразделяются на общестроительные, подготовительные и специальные и выполняются в три цикла: нулевой (подземный), надземный и отделочный.

При техническом нормировании строительных процессов устанавливают следующие нормы:

1. Норма времени ( $H_{вр}$ , чел.-ч/ед. продукции) – время, необходимое для создания единицы продукции заданного качества одним рабочим в условиях правильной организации труда и с соблюдением технологии выполнения процесса.

2. Норма машинного времени ( $H_{м.вр}$ , маш.-ч/ед. продукции) – время работы машины для получения единицы продукции в условиях максимального использования эксплуатационной производительности данной машины.

3. Норма выработки ( $H_{выр}$ , ед. продукции/ед. времени) – количество доброкачественной продукции, полученное за единицу времени при тех же условиях, что и при назначении нормы времени

$$H_{выр} = 1 / H_{вр} .$$

*Трудоемкость работ* – это затраты труда (времени) для выполнения определенного объема работ. Она определяется при составлении калькуляции путем перемножения нормы времени на количество (объем) работ.

При тарифном нормировании устанавливается *расценка* ( $P$ , руб./ед. продукции) – это стоимость единицы произведенной рабочим или звеном продукции требуемого качества. Она зависит от нормы времени и квалификации рабочих.

Для определения заработной платы рабочих при выполнении какого-либо процесса необходимо расценку умножить на объем (количество) работ.

Нормы времени и расценки для различных процессов определяются по «Единым нормам и расценкам» (ЕНиР), которые также содержат данные о составе звена, составе работ, технических характеристиках машин, единице измерения объема (количества) работ, поправочных коэффициентах к нормам времени и расценкам.

## **2.2. Технология земляных работ**

### **2.2.1. Общие положения**

Земляные работы объединяют процессы, связанные с переработкой грунта. Они состоят из подготовительных, вспомогательных и основных процессов. Состав основных процессов зависит от способа разработки грунта.

Подготовительные процессы (разбивка земляного сооружения, понижение уровня грунтовых вод и др.) выполняются до начала разработки грунта. Вспомогательные процессы (рыхление грунта, водоотлив, крепление стенок сооружения и др.) могут выполняться как до начала разработки, так и во время разработки грунта.

Сооружения, получаемые после выполнения земляных работ, называются земляными сооружениями. Они делятся на выемки (котлован, траншея, резерв и др.) и насыпи (дорожное полотно, кавальер и др.).

Основными элементами котлована являются: дно, откос, берма, подошва откоса, заложение откоса, бровка котлована, размеры котлована по низу и по верху, высота (глубина) котлована.

Откос котлована устраивается с целью обеспечения его устойчивости и характеризуется крутизной. *Крутизна откоса* – это отношение высоты земляного сооружения ( $h$ ) к заложению откоса ( $c$ ) и обозначается как  $1 : m$ , т. е

$$1 : m = h/c.$$

Из этого соотношения определяем величину заложения откоса :

$$c = m \cdot h.$$

С учетом размеров котлована по низу, которые определяются исходя из плана фундаментов под наружные несущие конструкции с учетом требований нормативных документов и величины заложения откосов, определяются размеры котлована по верху.

Грунты по трудоемкости разработки различными машинами делятся на категории, которые приводятся в [5]. Трудность разработки грунта зависит от его вида и свойств (плотности, влажности, сцепления). От категории грунта зависит норма времени и расценка на его разработку.

Одним из основных свойств грунта является также его разрыхляемость, которая характеризуется двумя коэффициентами – первоначального и остаточного разрыхления (табл. П.1.1). Коэффициент первоначального разрыхления показывает величину увеличения объема грунта при его разработке за счет уменьшения плотности. Коэффициент остаточного разрыхления показывает величину увеличения объема грунта после его послойной укладки и уплотнения в сооружении.

## 2.2.2. Способы разработки грунта

При разработке грунта используются следующие способы:

1. Механический, при котором грунт разрабатывается послойно резанием рабочим органом строительной машины.
2. Гидромеханический, при котором грунт разрабатывается при помощи воды гидромонитором или земснарядом.
3. Взрывной – грунт разрабатывается при помощи взрывчатых веществ открытым или закрытым способами.



4. Бурение – грунт разрабатывается при помощи специальных машин вращательного или ударно-вращательного действия.

Наибольшее распространение получил механический способ разработки грунта. В этом случае применяются землеройные и землеройно-транспортные машины.

Землеройные (одноковшовые экскаваторы) только разрабатывают грунт и грузят его в транспортное средство или в отвал (навымет). Землеройно-транспортные (бульдозеры, скреперы) – разрабатывают и перемещают грунт на определенное расстояние. Бульдозер – до 100–150 м, скрепер – до 3–5 км.

Состав основных процессов при механическом способе разработки грунта:

- резание грунта;
- транспортирование грунта;
- укладка грунта и разравнивание;
- уплотнение грунта.

Основной объем грунта при производстве земляных работ разрабатывается при помощи одноковшовых экскаваторов. Навесным оборудованием к ним является прямая и обратная лопаты, драглайн и грейфер.

Экскаватор прямая лопата разрабатывает грунт выше своей стоянки и грузит его в транспортное средство при перемещении экскаватора и автосамосвалов по дну котлована. Экскаватор обратная лопата и драглайн разрабатывают грунт ниже своей стоянки и грузят его в автосамосвал или разрабатывают навывмет. При этом транспорт перемещается по берме котлована или по дну выемки.

Драглайн имеет большие радиус действия и глубину копания и поэтому применяется при разработке больших (в плане) и глубоких выемок. Грейфер применяется при разработке глубоких выемок с малыми размерами в плане, а также при погрузо-разгрузочных работах и обратной засыпке пазух котлованов и траншей.

Место работы экскаватора называется забоем. Забой включает в себя площадку для установки автосамосвала, место стоянки экскаватора и участок грунта, подлежащий разработке с данной стоянки. Основные виды забоев: лобовой и боковой – для экскаватора прямая лопата, торцевой и боковой – для экскаватора обратная лопата и драглайн.

Пространство, образующееся после разработки грунта экскаватором, называется проходкой. При лобовом забое применяются прямолинейная (когда ширина котлована по верху меньше 1,5 радиуса копания грунта экскаватора), зигзагообразная (меньше 2,5 радиуса копания) и поперечно-лобовая (меньше 3,5 радиуса копания) проходки, при торцевом забое – прямолинейная и зигзагообразная, при боковом – боковая проходка, которая применяется при значительных размерах котлована. В этом случае первая проходка – прямолинейная, а остальные – боковые. Количество боковых проходок определяется исходя из размеров котлована и ширины прямолинейной проходки.

Экскаватор разрабатывает грунт не на полную (проектную) глубину котлована. С целью предотвращения повреждения основания и перебора грунта при его разработке в котловане оставляется недобор, величина которого зависит от сменного оборудования одноковшового экскаватора и составляет при прямой лопате 10, при обратной – 20 и для драглайна – 25 см.

Недобор грунта разрабатывается бульдозером и складывается на дне котлована вдоль его длинной стороны. Затем экскаватором обратная лопата данный грунт удаляется из котлована и грузится в автосамосвал. После разработки недобора грунта бульдозер выполняет окончательную планировку дна котлована под заданную отметку.

Бульдозер является одной из наиболее эффективных землеройно-транспортных машин. Он разрабатывает выемки и возводит насыпи, выполняет вертикальную планировку площадок и обратную засыпку пазух котлованов и траншей, окучивание грунта и срезку растительного слоя грунта. При этом производительность бульдозера зависит от дальности транспортирова-

ния грунта. Чем больше расстояние транспортировки грунта при его разработке, тем мощнее бульдозер необходимо использовать.

Грунт бульдозер разрабатывает послойным или траншейным способами. При этом траншейный способ уменьшает потери грунта при транспортировании и повышает производительность машины.

Передвижение бульдозера при срезке растительного слоя и разработке грунта осуществляется возвратно-поступательными движениями с рабочим ходом в одном или в двух направлениях вдоль короткой стороны площадки. Холостой ход выполняется, как правило, задним ходом. При разработке грунта и планировке площадок шириной более 40 м применяется схема работы бульдозера с промежуточным валом.

### **2.2.3. Способы уплотнения грунта**

Уплотнение грунта выполняется с целью увеличения его несущей способности и водонепроницаемости. В зависимости от используемых машин применяют следующие способы уплотнения грунта:

1. Укатка – при помощи различных видов катков.
2. Трамбование – при помощи трамбовок большой массы, сбрасываемых с определенной высоты.
3. Вибрирование – при помощи специальных вибрирующих машин.

Уплотнение грунта производится послойно при устройстве оснований, возведении насыпей, при обратной засыпке пазух котлованов и траншей.

### **3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К РАЗДЕЛУ КУРСОВОГО ПРОЕКТА**

Раздел «Земляные работы» курсового проекта выполняется с использованием нормативной и справочной литературы [3, 4, 10, 11]. Перед выполнением раздела проекта необходимо самостоятельно проработать темы «Основные понятия и положения, принятые в строительстве», «Транспортирование строительных грузов», «Технология земляных работ» по учебникам [5, 6, 7, 8]. Краткие теоретические положения по теме раздела курсового проекта приведены в разд. 2.

#### **3.1. Назначение размеров котлована (траншеи) под фундамент здания**

Исходные данные для проектирования принимают по альбомам заданий [1, 2]. В них даны планы фундаментов в осях, размеры фундаментов, глубина заложения. Вид грунта, дальность отвоза грунта, город и месяц начала работ определяются преподавателем и указываются в бланке задания.

Для возведения фундаментов под каждый ряд колонн одноэтажного промышленного здания обычно разрабатываются траншеи. Вместе с тем можно рассмотреть возможность отрывки отдельных котлованов под каждый фундамент вместо общей траншеи под фундаменты каждого ряда колонн. При возведении фундаментов под колонны многоэтажных промышленных зданий разрабатываются котлованы.

Размеры котлована (траншеи) по низу определяют с учетом требований СНиП 3.02.01–87. Расстояние от подошвы откоса до фундамента здания принимают не менее 0,5 м с каждой стороны. Размеры котлована по низу ( $L_n$ ,  $B_n$ ) определяют по выражениям

$$L_n = L_{зд} + 2(b/2) + 2 \cdot 0,5, \quad (1)$$

$$B_{\text{н}} = B_{\text{зд}} + 2(l/2) + 2 \cdot 0,5, \quad (2)$$

где  $L_{\text{зд}}$ ,  $B_{\text{зд}}$  – длина и ширина здания в осях, м;  $b$ ,  $l$  – ширина и длина первой подошвенной ступени крайних фундаментов.

Размеры траншеи по низу под фундаменты каждого ряда колонн ( $L_{\text{н}}$ ,  $B_{\text{н}}$ ) определяют по выражениям

$$L_{\text{н}} = L_{\text{зд}} + 2(b/2) + 2 \cdot 0,5, \quad (3)$$

$$B_{\text{н}} = l + 2 \cdot 0,5, \quad (4)$$

где  $L_{\text{зд}}$  – длина здания в осях, м;  $b$ ,  $l$  – ширина и длина первой подошвенной ступени крайних фундаментов.

Длину и ширину котлована (траншеи) по верху ( $L_{\text{в}}$ ,  $B_{\text{в}}$ ) определяют с учетом заложения откоса ( $c$ ) в зависимости от вида грунта и глубины котлована (траншеи):

$$L_{\text{в}} = L_{\text{н}} + c = L_{\text{н}} + 2m \cdot h_{\text{тр}}, \quad (5)$$

$$B_{\text{в}} = B_{\text{н}} + c = B_{\text{н}} + 2m \cdot h_{\text{тр}}, \quad (6)$$

где  $c$  – заложение откоса, м;  $h_{\text{тр}}$  – требуемая глубина котлована или траншеи, м;  $m$  – коэффициент откоса, принимается по табл. П.1.1.

Так как верхний обреза фундамента расположен на 0,15 м ниже уровня планировки земли, то требуемая глубина котлована (траншеи) определяется по выражению

$$h_{\text{тр}} = H_{\text{ф}} + 0,15 \text{ м}, \quad (7)$$

где  $H_{\text{ф}}$  – высота фундамента, м (по заданию).

Расчетную глубину котлована или траншеи определяют по выражению

$$h_{\text{р}} = h_{\text{тр}} - h_{\text{н}}, \quad (8)$$

где  $h_{\text{н}}$  – величина недобора грунта, м. Принимается 10 см для экскаватора прямая лопата, 20 см – для экскаватора обратная лопата, 25 см – для драглайна.

### 3.2. Вычисление объемов земляных работ

Объем грунта ( $\text{м}^3$ ) для прямоугольного котлована (траншеи) под фундамент здания определяют по выражению

$$V_{\text{к}} = h_{\text{р}}[B_{\text{н}} \cdot L_{\text{н}} + B_{\text{в}} \cdot L_{\text{в}} + (B_{\text{н}} + B_{\text{в}})(L_{\text{н}} + L_{\text{в}})]/6, \quad (9)$$

где  $L_{\text{н}}$ ,  $B_{\text{н}}$  – длина и ширина котлована или траншеи по низу, м;  $L_{\text{в}}$ ,  $B_{\text{в}}$  – длина и ширина котлована или траншеи по верху, м;  $h_{\text{р}}$  – расчетная глубина котлована или траншеи (без учета недобора), м.

Объем грунта ( $\text{м}^3$ ) в съездной траншее определяют по выражению

$$V_{\text{тр}} = h_{\text{тр}}^2 [3b + 2m \cdot h_{\text{тр}}(m' - m)/m'] (m' - m)/6, \quad (10)$$

где  $b$  – ширина съезда, принимается 4,5 м при одностороннем движении автосамосвалов, 6 м – при двустороннем и 3,5 м – для бульдозера;  $m'$  – коэффициент откоса съездной траншеи, принимают равным 10–15 для транспорта и землеройных машин и 5 для бульдозера.

Объем недобора грунта ( $\text{м}^3$ ) в котловане или траншее определяют по выражению

$$V_{\text{н}} = L_{\text{н}} \cdot B_{\text{н}} \cdot h_{\text{н}}. \quad (11)$$

Растительный слой грунта срезают на глубину  $h_{\text{р.сл}} = 15\text{--}20$  см до разработки котлована или траншеи и отсыпают отдельно в предусмотренном месте или вывозят за пределы строительной площадки. Площадь срезки растительного слоя ( $\text{м}^2$ ) определяют с учетом возможности в дальнейшем перемещения машин и складирования материалов по выражению

$$F_1 = (B_{\text{в}} + 20)(L_{\text{в}} + 20). \quad (12)$$

Площадь планировки дна котлована или траншеи ( $\text{м}^2$ ):

$$F_2 = L_{\text{н}} \cdot B_{\text{н}}. \quad (13)$$

Дальность транспортирования (м) бульдозером срезанного растительного слоя грунта приблизительно можно определить по выражению

$$L_1 = (L_B + 20) / 2 . \quad (14)$$

Дальность транспортирования (м) бульдозером недобора грунта:

$$L_2 = L_{\text{н}} . \quad (15)$$

Объем срезанного растительного слоя грунта (м<sup>3</sup>) определяют по выражению

$$V_{\text{р.сл}} = F_1 \cdot h_{\text{р.сл}} . \quad (16)$$

### 3.3. Подбор комплекта машин для разработки грунта

Производство земляных работ должно быть максимально механизированным. Все основные и вспомогательные процессы выполняются при помощи машин и механизмов.

В этом разделе необходимо выбрать ведущую машину для разработки грунта в котловане (траншее) и вспомогательные – для транспортирования грунта, срезки растительного слоя и т. д.

Срезку растительного слоя и его транспортирование, доработку грунта в котловане (траншее) и планировку дна котлована производят бульдозером. Тип бульдозера определяют в зависимости от расстояния транспортирования грунта, которое зависит от схемы работы бульдозера при срезке растительного слоя грунта. При дальности 10–30 м назначают малогабаритный (тяговое усилие до 40 кН) бульдозер, 30–50 м – легкий (до 60 кН), при 50–70 м – средний (до 100 кН) и при 100–150 м – тяжелый (до 150–250 кН). Марку бульдозера и технические характеристики определяют по табл. П.1.2. Растительный грунт сдвигается бульдозером, грузится вспомогательным экскаватором в автосамосвалы и вывозится за пределы строительной площадки.

При выборе марки ведущего экскаватора (тип экскаватора – по заданию) первоначально в табл. П.1.3, в зависимости от объема грунта в котловане (траншее) и в съездной траншее ( $V_k + V_{тр}$ ), определяют вместимость ковша экскаватора, затем по табл. П.1.4–П.1.6 – марку и его технические характеристики.

При выборе экскаваторов необходимо учитывать, что если ведущий экскаватор – прямая лопата (по заданию), то тип вспомогательного экскаватора – обратная лопата, и наоборот.

При выборе марки вспомогательного экскаватора первоначально в табл. П.1.3, в зависимости от объема погружаемого грунта ( $V_{р.сл} + V_n$ ), определяют вместимость ковша экскаватора, затем по табл. П.1.4–П.1.5 – марку и его технические характеристики.

Грунт из котлована (траншеи) вывозится автосамосвалами. При проектировании необходимо определить требуемое количество автосамосвалов для непрерывной работы экскаватора. Марку и грузоподъемность автосамосвала подбирают по вместимости ковша ведущего экскаватора (табл. П.1.7 и П.1.8). При оптимальном сочетании производительностей механизмов в кузов машин входит 6–10 ковшей грунта экскаватора.

### **3.4. Составление ведомости объемов земляных работ**

Ведомость составляется на основе данных и расчетов, проведенных в подразд. 3.2 и 3.3.

Выполненные расчеты сводят в табл. 1.

В пп. 4–6 ведомости указывается группа грунта в зависимости от вида грунта, который предлагается в задании на курсовой проект. В пп.3–7 указывается группа грунта на одну группу ниже по сравнению с пп. 1,2 и 6. Группа грунтов в зависимости от трудности их разработки механизированным способом определяется по ЕНиР [11] или по табл. П.1.9, а единицы измерения – по прил. 2.



Таблица 1

## Ведомость объемов земляных работ

Наименование строительных процессов	Единица измерения по ЕНиР	Количество единиц измерения
1. Срезка растительного слоя грунта _____ группы бульдозером (марка)		
2. Транспортирование ранее разработанного растительного слоя грунта _____ группы бульдозером на расстояние _____ метров ( $L_1$ )		
3. Разработка растительного слоя грунта _____ группы экскаватором _____ лопата с вместимостью ковша _____ м <sup>3</sup> с погрузкой в транспортное средство		
4. Разработка грунта _____ группы в съездной траншее экскаватором _____ лопата с вместимостью ковша _____ м <sup>3</sup> с погрузкой в транспортное средство		
5. Разработка грунта _____ группы в котловане (траншее) экскаватором _____ лопата с вместимостью ковша _____ м <sup>3</sup> с погрузкой в транспортное средство		
6. Разработка недобора грунта _____ группы в котловане (траншее) бульдозером (марка) с транспортированием на расстояние _____ метров ( $L_2$ )		
7. Разработка ранее разработанного грунта _____ группы экскаватором _____ лопата с вместимостью ковша _____ м <sup>3</sup> с погрузкой в транспортное средство		
8. Окончательная планировка дна котлована (траншеи) бульдозером (марка)		

### 3.5. Калькуляция затрат труда и машинного времени

Для составления калькуляции необходимо воспользоваться сборниками ЕНиР [11]. Основные параграфы сборника приводятся в прил. 2.

Калькуляцию заполняют по форме табл. 2. Она включает все процессы, приведенные в табл. 1. При составлении калькуляции возможно объединение процессов, выполняемых одной и той же машиной.

Норму времени определяют с учетом группы грунта.

Необходимо использовать поправочные коэффициенты к нормам времени, указанные в примечаниях к основным таблицам. Например, при транспортировании ранее разработанного грунта бульдозером поправочный коэффициент составляет 0,85.

Таблица 2

**Калькуляция затрат труда и машинного времени**

№ п/п	Наименование технологических процессов	Единица измерения	Объем работ	Обоснование (ЕНиР и др. нормы расценки)	Норма времени		Затраты труда	
					рабочих, чел.-ч	машиниста, чел.-ч (работа машин, маш.-ч)	рабочих, чел.-ч	машиниста, чел.-ч (работа машин, маш.-ч)
1	2	3	4	5	6	7	8	9

### 3.6. Расчет комплекта автосамосвалов для транспортирования грунта

Количество автосамосвалов определяют из следующих выражений:

$$N = t_{\text{ца}}/t_{\text{п}}, \quad (17)$$

$$t_{\text{ц.а}} = t_{\text{п}} + 2L/v_{\text{ср}} + t_{\text{р}} + t_{\text{м}}, \quad (18)$$

$$t_{\text{п}} = H_{\text{вр}} \cdot V_{\text{к.а}}/(100K_{\text{пр}}) + t_{\text{м}}, \quad (19)$$

где  $t_{\text{ц.а}}$  – продолжительность работы цикла автосамосвала, ч;  $t_{\text{п}}$  – время погрузки автосамосвала, ч;  $L$  – расстояние перевозки грунта (по заданию);  $v_{\text{ср}}$  – средняя скорость автосамосвала, км/ч (табл. П.1.10);  $t_{\text{р}}$  – время разгрузки автосамосвалов, принимается 0,017 ч;  $t_{\text{м}}$  – продолжительность маневров транспортных средств при выгрузке или установке под погрузку, принимается 0,017 ч;  $H_{\text{вр}}$  – норма машинного времени на разработку грунта ведущим экскаватором с погрузкой в транспортное средство, маш.-ч [11];  $V_{\text{к.а}}$  – объем кузова автосамосвала, м<sup>3</sup> (табл. П.1.8);  $K_{\text{пр}}$  – коэффициент первоначального разрыхления грунта (табл. П.1.11).

Полученное число автосамосвалов округляют до целого в большую сторону.

### 3.7. Расчет забоя одноковшового экскаватора

При проектировании проходок экскаваторов необходимо рассчитать параметры лобовых (торцевых) и боковых забоев.

Ниже приведены технологические схемы разработки грунта при устройстве котлованов. Выбор способа разработки траншей осуществляется по [9].

### 3.7.1. Расчет забоя для экскаватора прямая лопата

Технологическая схема разработки грунта зависит от ширины выемки и направления движения экскаватора. Грунт в котловане разрабатывают за одну проходку экскаватора в следующих случаях.

1. Если ширина выемки по верху составляет  $B_v \leq 1,5R$  (рис. 1), то экскаватор перемещается по оси забоя. В этом случае **ширина забоя** экскаватора  $B_{\text{л}}$  (м) составляет

$$B_{\text{л}} = 2\sqrt{R_0^2 - l_{\text{п}}^2}, \quad (20)$$

где  $R_0$  – оптимальный радиус резания грунта, м;  $R_0 = 0,8R$ ;  $R$  – наибольший радиус резания грунта, м;  $l_{\text{п}}$  – длина рабочей передвижки экскаватора, м (табл. П.1.12).

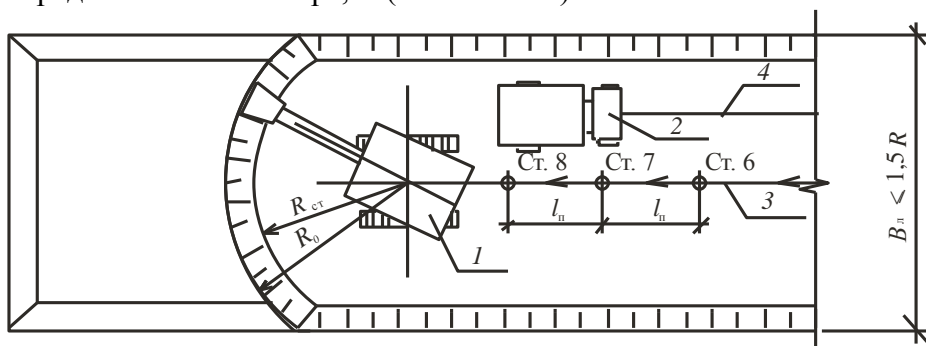


Рис. 1. Лобовой забой экскаватора прямая лопата:  
1 – экскаватор; 2 – автомосамосвал; 3 – ось движения экскаватора;  
4 – ось движения автомосамосвала

2. Если ширина выемки в его верхней части лежит в пределах  $1,5R < B_v \leq 2,5R$  (рис. 2), то стоянки экскаватора смещают от оси забоя к его краям (экскаватор перемещается на дне выемки по зигзагу). Ширина уширенного забоя (м) по верху составляет

$$B_{\text{л}} = 2[\sqrt{R_0^2 - l_{\text{п}}^2} + (0,3 - 0,8)R]. \quad (21)$$

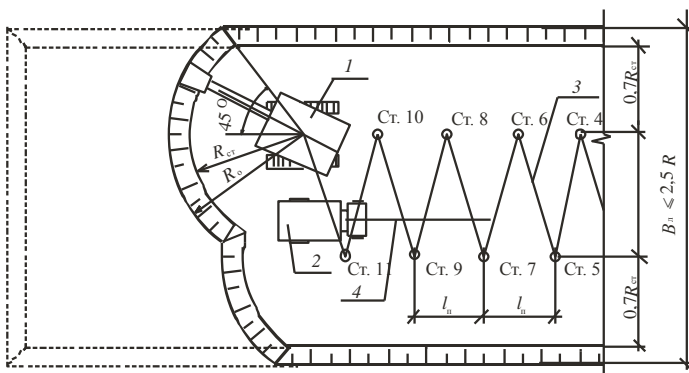


Рис. 2. Уширенный лобовой забой экскаватора прямая лопата:  
1 – экскаватор; 2 – автосамосвал; 3 – ось движения экскаватора;  
4 – ось движения автосамосвала

3. При ширине выемки  $2,5R < B_v \leq 3,5R$  (рис. 3) экскаватор разрабатывает грунт поперечно-лобовым забоем, и ширина забоя в этом случае составляет  $B_{л}$  (м)

$$B_{л} = 2[\sqrt{R_0^2 - l_{п}^2} + (0,8 - 0,9)R]. \quad (22)$$

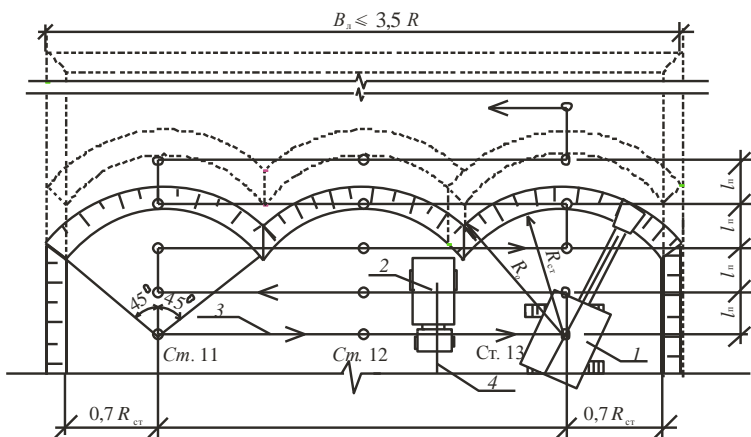


Рис. 3. Поперечно-лобовой забой экскаватора прямая лопата:  
1 – экскаватор; 2 – автосамосвал; 3 – ось движения экскаватора;  
4 – ось движения автосамосвала

При ширине выемки более  $3,5R$  первая проходка экскаватора принимается лобовой, все последующие – боковые. При боковом забое (рис. 4) ось движения экскаватора смещается к ранее выработанному забою (проходке) так, чтобы угол  $\alpha$  был не более  $45^\circ$ . Если ширину поверху лобовых забоев определяют по выражениям (20), (21), то ширина бокового забоя равна (м)

$$B_{\text{б}} = 2 \sqrt{R_{\text{ст}}^2 - l_{\text{п}}^2} + 0,7 \cdot R_{\text{ст}}, \quad (23)$$

где  $R_{\text{ст}}$  – минимальный радиус копания грунта на уровне стоянки экскаватора, м (табл. П.1.4).

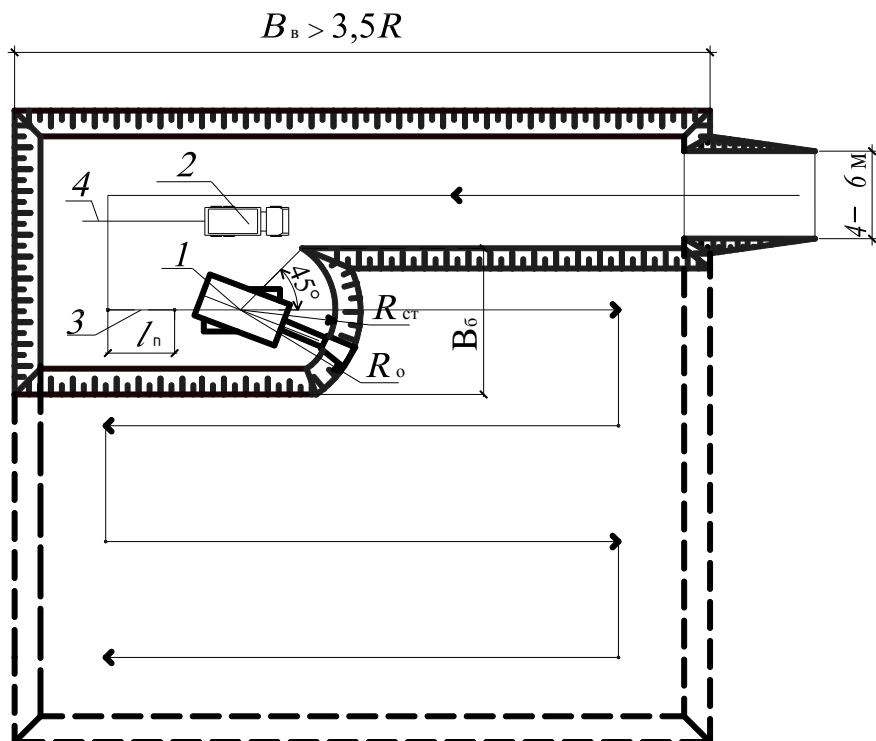


Рис. 4. Боковой забой экскаватора прямая лопата:

1 – экскаватор; 2 – автосамосвал; 3 – ось движения экскаватора;  
4 – ось движения автосамосвала

### 3.7.2. Расчет параметров забоя для экскаваторов обратная лопата и драглайн

Экскаватор обратная лопата и драглайн разрабатывают грунт ниже уровня стоянки экскаватора. Транспортные средства для вывоза грунта от этих экскаваторов могут располагаться как на уровне стоянки экскаватора, так и на дне котлована, однако наибольшее распространение получила первая схема.

При погрузке грунта в автосамосвалы, расположенные по обе стороны от оси движения экскаватора (рис. 5), ширину торцевой (лобовой) проходки по верху определяют по выражению

$$B_{\text{л}} = 2(R_{\text{в}} - 0,5b_{\text{а}} - 1), \quad (24)$$

где  $R_{\text{в}}$  – радиус выгрузки грунта экскаватором, м. Для экскаваторов с гидравлическим приводом в расчетах радиус выгрузки принимать равным оптимальному радиусу копания

$$R_{\text{в}} = R_0 = 0,8R;$$

$b_{\text{а}}$  – ширина автосамосвала (2,1–2,65), м.

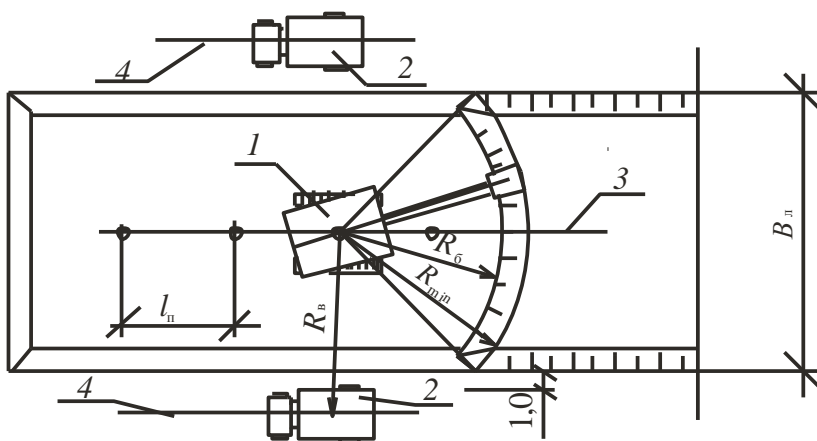


Рис. 5. Торцевой забой экскаватора обратная лопата:

1 – экскаватор; 2 – автосамосвал; 3 – ось движения экскаватора;  
4 – ось движения автосамосвала

При выгрузке грунта в одну сторону (рис. 6) ось движения экскаватора смещают в сторону стоянки автосамосвала, и ширина забоя  $B_{\text{л}}$  (м) по верху при этом равна

$$B_{\text{л}} = \sqrt{R_{\text{р}}^2 - l_{\text{п}}^2} + (R_{\text{в}} - 0,5b_{\text{а}} - 1), \quad (25)$$

где  $R_{\text{р}}$  – радиус резания грунта на уровне дна котлована, принимается по табл. П.1.13.

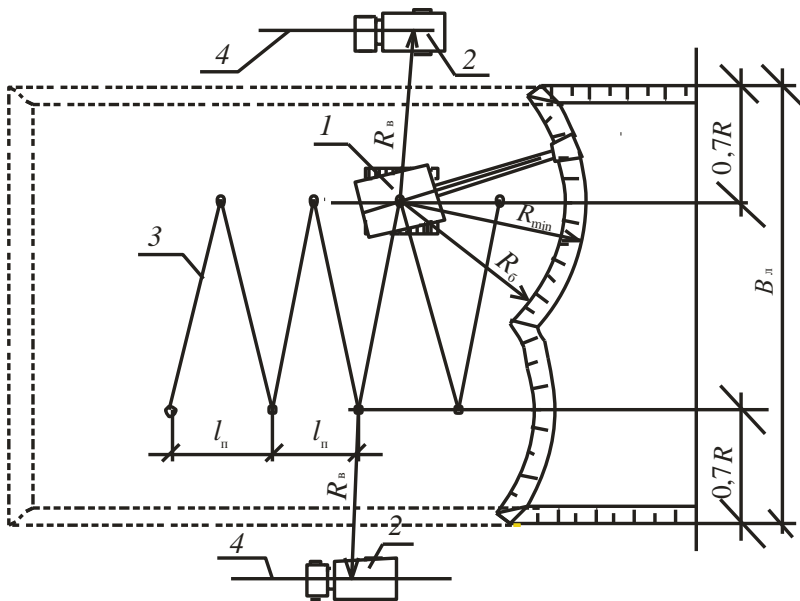


Рис. 6. Уширенный торцевой забой экскаватора обратная лопата:  
1 – экскаватор; 2 – автосамосвал; 3 – ось движения экскаватора;  
4 – ось движения автосамосвала

$$R_{\text{min}} = R_{\text{с}} + m \cdot h_{\text{р}}, \quad (26)$$

где  $R_{\text{min}}$  – минимальный радиус резания на уровне подошвы откоса, м (для экскаватора с вместимостью ковша  $V_{\text{с}} = 0,25 \text{ м}^3$   $R_{\text{с}} = 2,5 \text{ м}$ ; для  $V_{\text{с}} = 0,5 \text{ м}^3$   $R_{\text{с}} = 3,0 \text{ м}$ ;  $V_{\text{с}} = 1,00 \text{ м}^3$   $R_{\text{с}} = 3,5 \text{ м}$ ;  $V_{\text{с}} = 2,0 \text{ м}^3$   $R_{\text{с}} = 4,0 \text{ м}$ ; другие значения определяются по интерполяции).



Ширину боковой проходки по верху (м) определяют по выражению

$$B_{\text{б}} = (R_{\text{в}} - 0,5b_{\text{а}} - 1) + \sqrt{R_{\text{п}}^2 - l_{\text{п}}^2} - m \cdot h_{\text{п}}. \quad (27)$$

Схема бокового забоя экскаватора драглайн представлена на рис. 7.

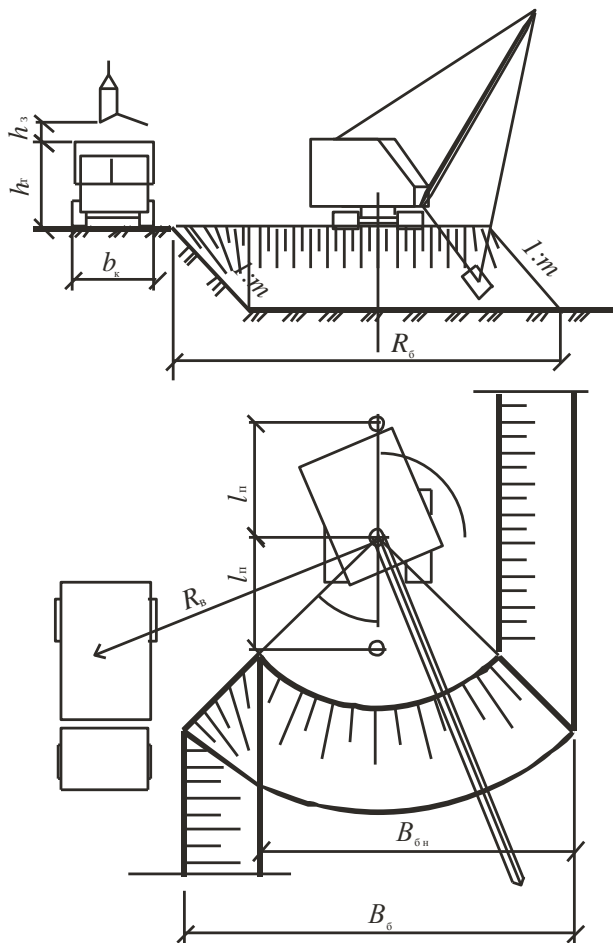


Рис. 7. Боковой забой экскаватора драглайн

### 3.8. Календарный график производства земляных работ

Календарный график разрабатывают на выполнение земляных работ в линейном виде на основании составленной калькуляции. В табл. 3 приведена форма календарного графика.

Таблица 3

**Календарный график производства земляных работ**

№ п/ п	Наименование технологических процессов	Единица измерения	Объем работ	Затраты труда		Принятый состав звена	Продолжительность процесса $T_n$ ( $T_{пл}$ ), дни	Рабочие смены, ч.	
				рабочих, чел.-ч	машиниста, чел.-ч (работа машин, маш.-см)				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	

Графы 1, 2, 3 заполняют из калькуляции в технологической последовательности работ. Графу 6 заполняют путем перевода трудозатрат в калькуляции из машино-часов в машино-смены, разделив первые на продолжительность смены (8 часов). Принятый состав звена в графе 7, выполняющий данный процесс, заполняют по принятому комплекту машин и рекомендуемому составу звена, указанному в соответствующем параграфе ЕНиР. Число рабочих смен принимают по варианту задания. Нормативную продолжительность работ ( $T_n$ ) в графе 8 вычисляют путем деления числа маш.-см. на количество машин и на число рабочих смен. Плановую продолжительность ( $T_{пл}$ ) в графе 8 определяют путем округления нормативной продолжительности до целого числа смен или полусмены. В графе 9 увязывают вы-

полнение строительных процессов во времени с учетом работы машин.

Вариант календарного графика производства земляных работ приведен в прил. 3.

### **3.9. Технология производства земляных работ**

В этом разделе выполняют описание последовательности разработки грунта в котловане экскаватором с учетом производства подготовительных и вспомогательных процессов. Отмечают также, какие строительные процессы должны быть выполнены до начала земляных работ [5, 6, 8, 10].

Выбирают схемы работы бульдозера при срезке растительного слоя грунта и при разработке недобора грунта в котловане (траншее). Производят выбор вида забоя ведущего одноковшового экскаватора, расчет параметров забоя и определяют количество проходок экскаватора.

### **3.10. Расчет технико-экономических показателей комплекта машин**

В проекте необходимо определить следующие технико-экономические показатели (ТЭП): общий объем земляных работ ( $V$ ), общую нормативную трудоемкость ( $T_p$ ), продолжительность выполнения работ ( $T_o$ ), сменную производительность ведущего экскаватора.

Общая нормативная трудоемкость определяется из калькуляции путем сложения трудоемкостей всех процессов (маш.-ч).

Продолжительность выполнения земляных работ определяют по календарному графику производства работ. Она равна времени от начала первого процесса и до окончания последнего строительного процесса.

Сменная производительность ведущего экскаватора ( $m^3$  /маш.-см.) определяется по формуле

$$B_p = V \cdot T_{\text{см}} / T_p, \quad (28)$$

где  $V$  – объем грунта в котловане (траншее) и съездной траншее,  $\text{м}^3$ ;  $T_{\text{см}}$  – продолжительность рабочей смены (8 часов);  $T_p$  – затраты машинного времени на разработку грунта ведущим экскаватором, определяются по калькуляции (маш.-ч).

### 3.11. Техника безопасности

В этом разделе разрабатывают положения по технике безопасности при разработке грунта в котловане под здание. Безопасное выполнение земляных работ должно соответствовать требованиям норм [3, 4].

### 3.12. Расчет материальных ресурсов для производства земляных работ

Расчет материально-технических ресурсов, необходимых для работы строительных машин (бульдозер и экскаваторы) при разработке грунта в котловане, выполняют на основе норм расхода материалов, приведенных в табл. П.1.14.

Количество материала получают путем перемножения нормы расхода материала на 1 час работы машины на время работы данной машины на строительной площадке.

Полученные данные сводятся в табл. 4.

Таблица 4

#### Расход материалов на работу комплекта механизмов, кг

Материалы	Механизмы			
	Бульдозер (марка)	Ведущий экскаватор (марка)	Вспомога- тельный экскаватор (марка)	Всего

### 3.13. Графическая часть

Графическая часть раздела «Земляные работы» курсового проекта представляет собой элементы технологической карты разработки грунта в котловане (траншее) под фундаменты промышленного здания. На листе вычерчивают:

1. План и разрез котлована (траншеи) в удобном масштабе в процессе разработки с размещением машин. На плане показывают схему движения и стоянки экскаватора и автосамосвалов.

2. План принятого забоя экскаватора со всеми размерами, положением экскаватора и автосамосвала относительно забоя.

3. Продольный и поперечный разрезы забоя.

4. Один из вспомогательных строительных процессов, например срезку растительного слоя, зачистку дна котлована и т. д.

На листе графической части приводятся также:

5. Календарный график производства работ.

6. Перечень технологических процессов, подлежащих контролю (табл. 5).

*Таблица 5*

#### **Перечень технологических процессов, подлежащих контролю**

№ п/п	Наименование технологических процессов, подлежащих контролю	Предмет контроля	Способ контроля и инструмент	Время проведения контроля	Ответственный за контроль	Технические характеристики качества
1	2	3	4	5	6	7

7. Перечень машин, механизмов и оборудования (табл. 6).

Таблица 6

**Перечень машин, механизмов и оборудования**

№ п/п	Наименование машин, механизмов и оборудования	Тип, марка	Количество	Технические характеристики	Назначение
1	2	3	4	5	6

8. Перечень технологической оснастки, инструмента, инвентаря и приспособлений (табл. 7).

Таблица 7

**Перечень технологической оснастки, инструмента, инвентаря и приспособлений**

№ п/п	Наименование оснастки, инструмента, инвентаря и приспособлений	Тип, марка, ГОСТ	Количество	Технические характеристики	Назначение
1	2	3	4	5	6

9. Основные указания по производству работ.

10. Основные указания по технике безопасности и охране труда.

11. Технико-экономические показатели земляных работ.

На всех элементах чертежа проставляются размеры и отметки, делаются пояснения в виде подписей и обозначения. Пример выполнения графической части дан в прил. 3.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Что называется строительным производством?
2. Что называется строительной продукцией?
3. Что называется строительным процессом?
4. Какова структура строительных процессов?
5. Назовите пространственные параметры строительных процессов.
6. Назовите временные параметры строительных процессов.
7. Назовите виды строительных работ.
8. Что такое норма времени и норма выработки?
9. Что такое трудоемкость, расценка и заработная плата?
10. Назовите состав подготовительных и вспомогательных процессов земляных работ.
11. Назовите виды земляных сооружений.
12. Назовите основные элементы земляного сооружения.
13. Назовите основные свойства грунтов.
14. Назовите основные способы разработки грунтов.
15. Назовите виды машин при механическом способе разработки грунтов.
16. Назовите состав основных процессов при механическом способе разработки грунта.
17. Назовите виды забоев и проходок экскаватора при разработке грунтов в зависимости от сменного оборудования машины.
18. Каково назначение бульдозера и его виды проходок при разработке грунтов?
19. Назовите способы уплотнения грунтов при обратной засыпке.

# СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

## Основная литература

1. Альбом исходных данных для курсового проекта № 1 «Технология бетонирования фундаментов здания». Ч. 1. Одноэтажные промышленные здания / сост. А.И. Гныря, М.Ф. Семенникова, Е.В. Петров, Р.И. Быструшкина. – Томск: Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2003. – 36 с.
2. Альбом исходных данных для курсового проекта № 1 «Технология бетонирования фундаментов здания». Ч. 2. Многоэтажные промышленные здания / сост. А.И. Гныря, М.Ф. Семенникова, Е.В. Петров, Р.И. Быструшкина. – Томск: Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2004. – 35 с.
3. СНиП 12-03-2001. Безопасность труда в строительстве. Ч. 1. Общие требования / Госстрой России. – М., 2001.
4. СНиП 12-04-2002. Безопасность труда в строительстве. Ч. 2. Строительное производство / Госстрой России. – М., 2001.
5. Технология строительных процессов: учебник / А.А. Афанасьев, Н.Н. Данилов, В.Д. Копылов и др.; под ред. Н.Н. Данилова, О.М. Терентьева. – 2-е изд., перераб. – М.: Высш. шк., 2000. – 464 с.
6. Технология строительных процессов. В 2 ч. Ч. 1: учебник для строит. вузов / В.И. Теличенко, О.М. Терентьев, А.А. Лapidус. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Высш. шк., 2005. – 392 с.
7. Хамзин, С.К. Технология строительного производства. Курсовое и дипломное проектирование: учеб. пособие / С.К. Хамзин, А.К. Карасев. – Изд. 2-е, репринт. – М.: Бастет, 2006. – 216 с.
8. Проектирование производства земляных работ: учеб. пособие / В.Т. Ерофеев, С.А. Молодых, В.В. Леснов [и др.]. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2005. – 160 с.
9. Белецкий, Б.Ф. Технология и механизация строительного производства: учебник / Б.Ф. Белецкий. – Изд. 3-е. – Ростов н/Д: Феникс, 2004. – 752 с.

## Дополнительная литература

10. СНиП 3.02.01 – 87. Земляные сооружения, основания и фундаменты. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1989. – 128 с.
11. ЕНиР. Сборник Е2. Земляные работы. Вып. 1. Механизированные и ручные земляные работы. – М.: Стройиздат, 1988. – 244 с.



## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

*Таблица П.1.1*

**Таблица значений коэффициентов откосов**

Виды грунтов	Крутизна откоса при глубине выемки, м, до		
	1,5	3,0	5,0
Насыпные и 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
Лесс	1: 0	1: 0,5	1: 0,5

*Таблица П.1.2*

**Справочные данные по бульдозерам**

Марка бульдозера	Базовый трактор	Тяговое усилие, кН	Ширина отвала, м
Российского производства			
ДЗ-42	ДТ-75	67,9	2,56
ДЗ-104	Т-4АП1	98,8	3,28
ДЗ-101А	Т-4АП1	98,8	2,86
ДЗ-53	Т-100М	100	4,12
ДЗ-110А	Т-130.1.Г.1	121,4	3,22
ДЗ-35С	Т-180Г	150	3,64
ДЗ-118	ДЭТ-250М	250	4,31
Зарубежного производства			
Фирма-производитель CASE CORPORATION			
550G	—	99	2,3–2,5
650G	—	127	2,5
850G	—	145,5	3,0
1150G	—	217,9	2,6–3,0
Фирма-производитель CATERPILLAR S.A.R.L.			
D3C	—	148	1,26
D4C	—	180	1,68
D5C	—	162	1,93

Продолжение прил. 1

Окончание табл. П.1.2

Марка бульдозера	Базовый трактор	Тяговое усилие, кН	Ширина отвала, м
D5M-XL	—	218	2,59
Фирма-производитель DRESSTA Co.Ltd			
TD12C	—	30	2,06–3,52
TD15H	—	45	3,54–5,4
TD20H	—	60	3,88–6,19
TD25H	—	90	5,35–11,47

Таблица П.1.3

### Определение вместимости ковша экскаватора

Объем грунта в котловане, м <sup>3</sup>	Вместимость ковша экскаватора, м <sup>3</sup>	Объем грунта в котловане, м <sup>3</sup>	Вместимость ковша экскаватора, м <sup>3</sup>
До 500	0,15	6100–11000	0,8
600–1500	0,25 и 0,3	11100–13000	1,0
1600–3000	0,5	13100–15000	1,25
3100–6000	0,63 и 0,65	Более 15000	1,5–2,0

Таблица П.1.4

### Справочные данные по экскаваторам прямая лопата

Марка экскаватора	Вместимость ковша, м <sup>3</sup>	Наибольший радиус копания R, м	Максимальная высота копания, м	Наибольшая высота выгрузки, м	Радиус копания на уровне стоянки R <sub>ст</sub> , м
ЭО-1621	0,15	4,1	1,8	2,6	2,4
ЭО-2621А	0,25	4,7	4,6	3,3	2,7
ЭО-2621В	0,25	5,0	2,85	2,5	2,7
ЭО-3322	0,4	5,9	6,2	4,3	3,0
ЭО-3323А	0,63	6,8	7,66	4,2	6,5
ЭО-3122	0,63	6,8	7,3	4,1	6,5
Э-652Б	0,65	7,8	7,1	4,5	4,7
ЭО-4321	0,8	7,45	7,9	5,67	5
ЭО-10011Е	1,0	9,0	6,7	5,1	5

Продолжение прил. 1

Окончание табл. П.1.4

Марка экскаватора	Вместимость ковша, м <sup>3</sup>	Наибольший радиус копания R, м	Максимальная высота копания, м	Наибольшая высота выгрузки, м	Радиус копания на уровне стоянки R <sub>ст</sub> , м
ЭО-4124Б	1,0	7,1	7,3	5,05	2,9
ЭО-4321Б	1,0	7,5	7,9	4,7	7,3
ЭО-1252Б	1,25	9,9	7,8	5,1	6,3
ЭО-4125А	1,25	7,9	8,33	5,5	3,4
ЭО-4121А	1,5	8,6	7,4	5,0	2,8
ЭО-5124	1,6	8,9	9,6	5,1	8,5
ЭО-6122	2,5	10,2	10,7	5,95	9,65

Таблица П.1.5

**Справочные данные по экскаваторам обратная лопата**

Марка экскаватора	Вместимость ковша, м <sup>3</sup>	Наибольший радиус копания R, м	Максимальная глубина копания, м	Наибольшая высота выгрузки, м
Российского производства				
ЭО-1621	0,15	4,1	2,2	1,7
ЭО-2621А	0,25	5,0	3,0	2,2
ЭО-2621В	0,25	5,3	4,15	3,2
ЭО-304Г	0,4	7,8	3,0	3,0
ЭО-3322	0,5	9,2	5,6	1,7
ЭО-3323А	0,63	7,9	4,8	6,05
ЭО-3122	0,63	8,1	5,2	5,7
ЭО-3221	0,63	7,9	4,9	5,05
Э-652Б	0,65	9,2	4,0	2,3
ЭО-4321Б	0,8	8,85	5,5	5,5
Э-10011Е	1,0	10,2	6,7	6,18
ЭО-4322	1,0	9,0	5,85	5,5
ЭО-4125А	1,0	9,3	6,0	5,15
Э-1252Б	1,25	9,4	6,0	5,0
ЭО-5124	1,6	10,0	6,5	5,5
ЭО-6123	2,5	11,6	7,2	5,8

Продолжение прил. 1

Окончание табл. П.1.5

Марка экскаватора	Вместимость ковша, м <sup>3</sup>	Наибольший радиус копания R, м	Максимальная глубина копания, м	Наибольшая высота выгрузки, м
ЕК-270	0,6; 0,8; 1,2; 1,5	10,0–11,17	6,2; 7,0; 7,7	7,5; 7,9; 7,97
Зарубежного производства				
Фирма-производитель LIEBHERR-Holding				
R904	0,15–1,05	8,4–10,85	5,3–7,8	6,35–7,9
R914	0,3–1,4	8,0–9,05	4,95–6,15	5,75–6,2
Фирма-производитель CATERPILLAR S.A.R.L.				
M312B	0,23–0,75	8,64	6,05	6,35
M315B	0,35–1,0	9,02	6,44	6,52
Фирма-производитель KOMATSU				
PW150-1	0,45–0,75	7,79	4,84	5,85
PC300-5	0,52–1,8	10,9	7,38	7,11
Фирма-производитель HITACHI				
ZX200	0,8	9,91	6,67	6,78
ZX240-3	1,0	9,88	9,69	6,99
ZX330-3	1,4	10,57	6,84	6,94
ZX450-3	1,9	10,57	5,9	7,21
Фирма-производитель CASE CORPORATION				
WX165	0,27; 0,95	8,7	5,4	6,4
CX180B	0,27; 0,95	8,67	5,65	6,4

Таблица П.1.6

**Справочные данные по экскаваторам драглайнам**

Марка экскаватора	Вместимость ковша, м <sup>3</sup>	Наибольший радиус копания R, м	Максимальная глубина копания, м	Наибольшая высота выгрузки, м
Э-304Г	0,4	10,2	7,8	6,0
ЭО-3211Е	0,5	11,1	7,6	6,3
ЭО-4112А	0,65	11,1	7,3	5,5
Э-652Б	0,8	10,2	5,6	5,5
ЭО-4112А	1,0	14,3	10,0	8,0

Продолжение прил. 1

Окончание табл. П.1.6

### Справочные данные по экскаваторам драглайнам

Марка экскаватора	Вместимость ковша, м <sup>3</sup>	Наибольший радиус копания R, м	Максимальная глубина копания, м	Наибольшая высота выгрузки, м
ЭО-5111Б	1,0	13,5	9,4	6,6
Э-1252Б	1,25	12,9	7,5	6,5

Таблица П.1.7

### Рациональная грузоподъемность автосамосвалов

Дальность перемещения грунта, км	Вместимость ковша экскаватора, м <sup>3</sup>						
	0,4	0,65	1,0	1,25	1,6	2,5	4,6
0,5	4,5	4,5	7,0	7,0	10,0	—	—
1,0	7,0	7,0	10,0	10,0	10,0	—	—
1,5	7,0	7,0	10,0	10,0	12,0	18,0	27,0
2,0	7,0	10,0	10,0	12,0	18,0	18,0	27,0
3,0	7,0	10,0	12,0	12,0	18,0	27,0	40,0
4,0	10,0	10,0	12,0	18,0	18,0	27,0	40,0
5,0 и более	10,0	10,0	12,0	18,0	18,0	27,0	40,0

Таблица П.1.8

### Справочные данные по автосамосвалам

Марка автосамосвала	Характеристики автосамосвала		
	Грузоподъемность, т	Вместимость кузова, м <sup>3</sup>	Полная масса, т
Российского производства			
ЗИЛ-ММЗ 4502	5,8	3,9	—
МАЗ-5549	8,0	5,1	—
МАЗ 5551А2-320	10,0	5,5	18,2
МАЗ 5516А5-380	20,0	15,4	33,0
КамАЗ-5510	10,0	7,2	—
КамАЗ 45143-112-15	10,25	15,4	19,65
КамАЗ 65115-048	15,0	10,0	25,2

Продолжение прил. 1

Окончание табл. П.1.8

Марка автосамосвала	Характеристики автосамосвала		
	Грузоподъем- ность, т	Вместимость кузова, м <sup>3</sup>	Полная масса, т
КамАЗ 65222-010	19,5	12,0	34,0
Урал 65515	23,4	21,0	41,0
Урал 583109	20,0	12,0	33,5
Урал 583106	25,0	16,0	41,122
КрАЗ-256Б1	12,0	6,0	—
КрАЗ 6510-010-01	13,5	8,0	24,88
КрАЗ 65055-064-02	18,0(20,0)	16,0	31,0(33,0)
Зарубежного производства			
Фирма-производитель Mercedes Benz, Германия			
ND3310SAJ(8×4)	12,82	24,8	31,0
ND3250A38Q2(6×6)	12,98	19,3	33,5
Фирма-производитель IVECO-MAGIRUS, Италия			
MP 380E38H(6×4)	24,5	14,0	38,0
MP 380E42W(6×6)	24,5	14,0	38,0
Фирма-производитель SHAANXI (MAN), Китай			
SX3254JM384(6×4)	11,2	19,3	33,5
SX3315DR326	16,6(24,6)	21,0	31,0(39,0)
Фирма-производитель DONGFENG Motor, Китай			
DFL3251A-1	19,15	16(15,5)	24,8
Фирма-производитель DAEWOO, Корея			
K4DRF (6×4)	15,0	10,0	29,5
N8DSF (8×4)	24,0	14,0	37,8

Таблица П.1.9

**Распределение мерзлых грунтов на группы в зависимости от трудности их разработки механизированным способом**

Наименование грунта	Средняя плотность грунта	Группа грунта при разработке его	
		экскаватором	бульдозером
Грунт раститель- ного слоя	1200	I	I

Продолжение прил. 1

Окончание табл. П.1.9

Наименование грунта	Средняя плотность грунта	Группа грунта при разработке его	
		экскаватором	бульдозером
Песок	1600	I	II
Супесь легкая	1650	I	II
Суглинок: легкий тяжелый	1700	I	I
	1750	II	II
Глина жирная, мягкая и мягкая без примесей	1800	II	II

Таблица П.1.10

**Расчетные скорости автосамосвалов при перевозке грунта**

Тип дороги	Группа дороги	Средняя допустимая скорость движения при соответствующей дальности пере- возки, км		
		0,5	1,0	2,0 и более
Асфальтовое, бетон- ное покрытие, желе- зобетонные плиты	I	20	25	35
Щебеночное и гра- вийное покрытие	II	18	22	30
Булыжная	III	16	20	27
Грунтовая	IV	15	17	25

Таблица П.1.11

**Коэффициенты первоначального  
и остаточного разрыхления грунта**

Вид грунта	Коэффициент первоначального разрыхления $K_{п.р}$	Коэффициент остаточного разрыхления $K_{о.р}$
Глина жирная	1,24–1,30	1,04–1,07
Растительный грунт	1,20–1,25	1,03–1,04
Лесс мягкий	1,18–1,24	1,03–1,06

Продолжение прил. 1

Окончание табл. П.1.11

Вид грунта	Коэффициент первоначального разрыхления $K_{п.р}$	Коэффициент остаточного разрыхления $K_{о.р}$
Песок	1,10–1,15	1,02–1,05
Суглинок легкий	1,18–1,24	1,03–1,06
Суглинок тяжелый	1,24–1,30	1,05–1,08
Супесь	1,12–1,17	1,03–1,05
Шлак	1,14–1,18	1,08–1,10
Торф	1,24–1,30	1,08–1,10

Таблица П.1.12

**Длина передвижки экскаватора ( $l_n$ ), м**

Тип оборудования	Вместимость ковша экскаватора, м <sup>3</sup>							
	0,15	0,25	0,40	0,65	1,0	1,25	1,6	2,5
Прямая лопата	1,0	1,1	1,3	1,5	1,75	2,0	2,0	2,3
Обратная лопата (драглайн)	1,3	1,3	1,4	1,55	1,75	2,0	2,0	2,3

Таблица П.1.13

**Радиус резания грунта экскаватором обратная лопата ( $R_p$ ), м, на уровне дна котлована**

Глубина котлована, м	Максимальный радиус копания грунта, м						
	4	5	6	7	8	9	10
1,5	3,04	4,27	5,57	6,50	7,57	8,62	9,66
2,0	2,53	3,92	5,14	6,28	7,37	8,45	9,51
2,5	1,74	3,47	4,80	6,00	7,14	8,25	9,33
3,0	–	2,86	4,38	5,67	6,87	8,01	9,12
3,5	–	1,96	3,85	5,28	6,55	7,74	8,88
4,0	–	–	3,16	4,79	6,16	7,42	8,60



Окончание прил. 1

Таблица П.1.14

**Потребность в основных эксплуатационных материалах, кг,  
на 1 час работы строительных машин**

Материалы	Экскаваторы с вместимостью ковша, м <sup>3</sup>				Бульдозеры с тяговым усилием, кН	
	0,5	0,65	1	1,25	до 100	до 200
Дизельное топливо	7,9	8	9,6	13,5	6,5	9,8
Дизельное масло	0,36	0,36	0,45	0,6	0,24	0,44
Индустриальное масло	0,02	0,02	0,01	0,02	0,005	0,04
Веретенное масло	0,05	0,05	—	—	—	0,05
Автол	0,05	0,05	—	0,01	0,02	0,02
Нигрол	0,03	0,03	0,08	0,04	0,02	0,03
Солидол	0,21	0,21	0,25	0,21	0,06	—
Керосин	0,06	0,06	0,06	0,07	—	0,13
Обтирочные материалы	0,03	0,03	0,04	0,04	0,02	0,02

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Нумерация таблиц соответствует их нумерации, данной в ЕНиР сборник Е2 [11].

### НОРМЫ ВРЕМЕНИ И РАСЦЕНКИ НА МЕХАНИЗИРОВАННЫЕ ЗЕМЛЯНЫЕ РАБОТЫ [4]

§ Е2-1-5. Срезка растительного слоя бульдозерами

*Машинист 6 разряда*

*Таблица 1*

#### Нормы времени и расценки на 1000 м<sup>2</sup> поверхности

Марка тракто-ра	Марка бульдозера	Группа грунта		
		I	II	
Т-100	ДЗ-8 (Д-271А)	<u>0,84 (0,84)</u> 0-89	<u>1,8 (1,8)</u> 1-91	1
	Д-269, ДЗ-18 (Д-493А)	<u>0,69 (0,69)</u> 0-73,1	<u>1,5 (1,5)</u> 1-59	2
Т-130	ДЗ-28 (Д-533) ДЗ-104	<u>0,66 (0,66)</u> 0-70	<u>1,4 (1,4)</u> 1-48	3
Т-180	ДЗ-24А (Д-521А) ДЗ-35С (Д-575С) ДЗ-9 (Д-275А)	<u>0,6 (0,6)</u> 0-63,6	<u>1,3 (1,3)</u> 1-38	4
	ДЗ-25 (Д-522) Д-290	<u>0,48 (0,48)</u> 0-50,9	<u>1,1 (1,1)</u> 1-17	5
		а	б	№

§ Е2-1-8. Разработка грунта при устройстве выемок и насыпей одноковшовыми экскаваторами, оборудованными прямой лопатой

ЭКСКАВАТОРЫ С МЕХАНИЧЕСКИМ ПРИВОДОМ

Состав звена

Машинист 6 разр. при вместимости ковша 0,4 м<sup>3</sup> и выше

Машинист 5 разр. при вместимости ковша до 0,4 м<sup>3</sup>

Машинист 4 разр. при вместимости ковша до 0,15 м<sup>3</sup>

Помощник. маш-ста 5 разр. при вместимости ковша св. 0,65 м<sup>3</sup>

А. ПРЯМАЯ ЛОПАТА С КОВШОМ С ЗУБЬЯМИ

Таблица 3

Норма времени и расценки на 100 м<sup>3</sup> грунта

Вместимость ковша, м <sup>3</sup>	Высота забоя, м, для групп		Разработка грунта с погрузкой в транспортное средство			
			Группа грунта			
	I, II	III	I	II, IIм	III, IIм	
0,15	1	1,5	<u>8,4 (8,4)</u> 6-64	<u>11 (11)</u> 8-69	—	1
0,3	1,5	2,5	<u>3,3 (3,3)</u> 3-00	<u>4,2 (4,2)</u> 3-82	<u>5,8 (5,8)</u> 5-28	2
0,5	1,5	3	<u>2,1 (2,1)</u> 2-23	<u>2,7 (2,7)</u> 2,86	<u>3,3 (3,3)</u> 3-50	3
0,6 – 0,65	2	4	<u>1,7 (1,7)</u> 1-80	<u>2,1 (2,1)</u> 2-23	<u>2,7 (2,7)</u> 2-86	4
0,8	3	5	<u>2,4 (1,2)</u> 2-36	<u>3 (1,5)</u> 2,96	<u>3,6 (1,8)</u> 3-55	5
			а	б	в	№

Продолжение прил. 2

Окончание табл. 3

Вместимость ковша, м <sup>3</sup>	Высота забоя, м, для групп		Разработка грунта с погрузкой в транспортное средство			
			Группа грунта			
	I, II	III	I	II, IIм	III, IIм	
1	3	5	<u>2 (1)</u> 1-97	<u>2,6 (1,3)</u> 2-56	<u>3,2 (1,6)</u> 3-15	6
1,25			<u>1,68 (0,84)</u> 1-71	<u>2,2 (1,1)</u> 2-24	<u>2,4 (1,2)</u> 2-45	7
			а	б	в	№

## Б. ПРЯМАЯ ЛОПАТА С КОВШОМ СО СПЛОШНОЙ РЕЖУЩЕЙ КРОМКОЙ

Таблица 4

### Нормы времени и расценки на 100 м<sup>3</sup> грунта

Вместимость ковша, м <sup>3</sup>	Выс. забоя, м, для групп грунта		Разработка грунта с погрузкой в транспортное средство			
			Группа грунта			
	I, II	III	I	II, IIм	III, IIм	
0,4	1,5	2	<u>2,9 (2,9)</u> 2-64	<u>3,5 (3,5)</u> 3-19	<u>4,9 (4,9)</u> 4-46	1
0,65	2	4	<u>1,8(1,8)</u> 1-91	<u>2,3 (2,3)</u> 2-44	<u>2,9 (2,9)</u> 3-07	2
0,8	3	5	<u>2,4 (1,2)</u> 2-36	<u>3 (1,5)</u> 2-96	<u>3,8 (1,9)</u> 3-74	3
1,5			<u>1,52 (0,76)</u> 1-55	<u>1,94 (0,97)</u> 1-98	<u>2,4 (1,2)</u> 2-45	4
			а	б	в	№

## ЭКСКАВАТОРЫ С ГИДРАВЛИЧЕСКИМ ПРИВОДОМ

### Состав звена

*Машинист 6 разр. при вместимости ковша св. 0,4 м<sup>3</sup>*

*Машинист 5 разр. при вместимости ковша до 0,4 м<sup>3</sup>*

*Помощник маш.-ста 5 разр. при вместимости ковша св. 1 м<sup>3</sup>*

Таблица 7

### Нормы времени и расценки на 100 м<sup>3</sup> грунта

Вместимость ковша, м <sup>3</sup>	Высота забоя, м		Разработка грунта с погрузкой в транспортное средство			
			Группа грунта			
	I, II	III	I	II, IIм	III, IIIм	
0,25	3	4	<u>3,5 (3,5)</u> 3-19	<u>4,5 (4,5)</u> 4-10	<u>6,3 (6,3)</u> 5-73	1
0,8	3	5	<u>1,1 (1,1)</u> 1-17	<u>1,4 (1,4)</u> 1-48	<u>1,7 (1,7)</u> 1-80	2
1,6			<u>1,16 (0,58)</u> 1-14	<u>1,5 (0,75)</u> 1-48	<u>1,8 (0,9)</u> 1-77	3
			а	б	в	№

### § Е2-1-10. Разработка грунта в котлованах и траншеях однокоровыми экскаваторами драглайн

### Состав звена

*Машинист 6 разр. при вместимости ковша 0,4 м<sup>3</sup> и выше*

*Машинист 5 разр. при вместимости ковша до 0,4 м<sup>3</sup>*

*Помощник маш.-ста 5 разр. при вместимости ковша св. 0,65 м<sup>3</sup>*

## ДРАГЛАЙН С КОВШОМ С ЗУБЬЯМИ

Таблица 2

### Норма времени и расценки на 100 м<sup>3</sup> грунта

Вместимость ковша, м <sup>3</sup>	Разработка грунта с погрузкой в транспортное средство			
	Группа грунта			
	I	II, IМ	III, IIМ	
0,35	<u>3,7 (3,7)</u> 3-37	<u>4,7 (4,7)</u> 4-28	<u>6,5 (6,5)</u> 5-92	1
0,5	<u>2,9 (2,9)</u> 3-07	<u>3,6 (3,6)</u> 3-82	<u>4,6 (4,6)</u> 4-88	2
0,6–0,65	<u>2,3 (2,3)</u> 2-44	<u>2,9 (2,9)</u> 3-07	<u>3,6 (3,6)</u> 3-82	3
0,75	<u>3,4 (1,7)</u> 3-35	<u>4,2 (2,1)</u> 4-14	<u>5,2 (2,6)</u> 5-12	4
1	<u>3 (1,5)</u> 2-96	<u>3,6 (1,8)</u> 3-55	<u>4,4 (2,2)</u> 4-33	5
	а	б	в	№

## ДРАГЛАЙН С КОВШОМ СО СПЛОШНОЙ РЕЖУЩЕЙ КРОМКОЙ

Таблица 3

### Норма времени и расценки на 100 м<sup>3</sup> грунта

Вместимость ковша, м <sup>3</sup>	Разработка грунта с погрузкой в транспортное средство			
	Группа грунта			
	I	II, IМ	III, IIМ	
0,4	<u>3,4 (3,4)</u> 3-09	<u>4,3 (4,3)</u> 3-91	<u>6 (6)</u> 5-46	1

Продолжение прил. 2

Окончание табл. 3

Вместимость ковша, м <sup>3</sup>	Разработка грунта с погрузкой в транспортное средство			
	Группа грунта			
	I	II, III	III, IV	
0,65	$\frac{2,4 (2,4)}{2-54}$	$\frac{3 (3)}{3-18}$	$\frac{3,7 (3,7)}{3-92}$	2
0,8	$\frac{3,4 (1,7)}{3-35}$	$\frac{4,4 (2,2)}{4-33}$	$\frac{5,4 (2,7)}{5-32}$	3
1,1	$\frac{2,6 (1,3)}{2-56}$	$\frac{3,2 (1,6)}{3-15}$	$\frac{4,2 (1,2)}{4-14}$	4
1,25	$\frac{2,2 (1,1)}{2-24}$	$\frac{2,8 (1,4)}{2-86}$	$\frac{3,6 (1,8)}{3-67}$	5
	a	б	в	№

§ E2-1-11. Разработка грунта в котлованах  
одноковшовыми экскаваторами,  
оборудованными обратной лопатой

ЭКСКАВАТОРЫ С МЕХАНИЧЕСКИМ ПРИВОДОМ

Состав звена

Машинист 6 разр. при вместимости ковша 0,4 м<sup>3</sup> и выше

Машинист 5 разр. при вместимости ковша до 0,4 м<sup>3</sup>

Машинист 4 разр. при вместимости ковша до 0,15 м<sup>3</sup>

Помощник маши-ста 5 разр. при вместимости ковша св. 0,65 м<sup>3</sup>

**А. ОБРАТНАЯ ЛОПАТА С КОВШОМ С ЗУБЬЯМИ**

*Таблица 3*

**Норма времени и расценки на 100 м<sup>3</sup> грунта**

Вместимость ковша, м <sup>3</sup>	Разработка грунта с погрузкой в транспортное средство			
	Группа грунта			
	I	II, IIм	III, IIм	
0,15	<u>10,5 (10,5)</u> 8-30	<u>14 (14)</u> 11-06	—	1
0,3	<u>4,2 (4,2)</u> 3-82	<u>5,3 (5,3)</u> 4-82	<u>7,2 (7,2)</u> 6-55	2
0,4	<u>3,5 (3,5)</u> 3-19	<u>4,5 (4,5)</u> 4-10	<u>6,2 (6,2)</u> 5-64	3
0,5	<u>2,9 (2,9)</u> 3-07	<u>3,5 (3,5)</u> 3-71	<u>4,6 (4,6)</u> 4-88	4
0,6–0,65	<u>2,3 (2,3)</u> 2-44	<u>2,9 (2,9)</u> 3-07	<u>3,5 (3,5)</u> 3-71	5
	а	б	в	№

**Б. ОБРАТНАЯ ЛОПАТА С КОВШОМ СО СПЛОШНОЙ РЕЖУЩЕЙ КРОМКОЙ**

*Таблица 4*

**Норма времени и расценки на 100 м<sup>3</sup> грунта**

Вместимость ковша, м <sup>3</sup>	Разработка грунта с погрузкой в транспортное средство			
	Группа грунта			
	I	II, IIм	III, IIм	
0,4	<u>3,8 (3,8)</u> 3-46	<u>4,8 (4,8)</u> 4-37	<u>6,7 (6,7)</u> 6-10	1



Продолжение прил. 2

Окончание табл. 4

Вместимость ковша, м <sup>3</sup>	Разработка грунта с погрузкой в транспортное средство			
	Группа грунта			
	I	II, IIм	III, IIм	
0,65	$\frac{2,6 (2,6)}{2-76}$	$\frac{3,2 (3,2)}{3-39}$	$\frac{4,1 (4,1)}{4-35}$	2
0,8	$\frac{3,6 (1,8)}{3-55}$	$\frac{4,4 (2,2)}{4-33}$	$\frac{5,6 (2,8)}{5-52}$	3
1,1	$\frac{3 (1,5)}{2-96}$	$\frac{4 (2)}{3-96}$	$\frac{4,8 (2,4)}{4-73}$	4
	а	б	в	№

## ЭКСКАВАТОРЫ С ГИДРАВЛИЧЕСКИМ ПРИВОДОМ

Состав звена

Машинист 6 разр. при вместимости ковша св. 0,4 м<sup>3</sup>

Машинист 5 разр. при вместимости ковша до 0,4 м<sup>3</sup>

Помощник маш-ста 5 разр. при вместимости ковша св. 1 м<sup>3</sup>

Таблица 7

## Нормы времени и расценки на 100 м<sup>3</sup> грунта

Вместимость ковша, м <sup>3</sup>	Разработка грунта с погрузкой в транспортное средство			
	Группа грунта			
	I	II, IIм	III, IIм	
0,25	$\frac{4,5 (4,5)}{4-10}$	$\frac{5,9 (5,9)}{5-37}$	$\frac{7,8 (7,8)}{7-10}$	1
0,4	$\frac{3,2 (3,2)}{2-91}$	$\frac{4,1 (4,1)}{3-73}$	$\frac{5,2 (5,2)}{4-73}$	2

Продолжение прил. 2

*Окончание табл. 7*

Вместимость ковша, м <sup>3</sup>	Разработка грунта с погрузкой в транспортное средство			
	Группа грунта			
	I	II, II <sub>м</sub>	III, III <sub>м</sub>	
0,5	$\frac{2,8 (2,8)}{2-97}$	$\frac{3,4 (3,4)}{3-60}$	$\frac{4,2 (4,2)}{4-45}$	3
0,63–0,65	$\frac{2,1 (2,1)}{2-23}$	$\frac{2,6 (2,6)}{2-76}$	$\frac{3,2 (3,2)}{3-39}$	4
1	$\frac{1,9 (1,9)}{2-01}$	$\frac{2,2 (2,2)}{2-33}$	$\frac{2,8 (2,8)}{2-97}$	5
1,25	$\frac{2,6 (1,3)}{2-65}$	$\frac{3 (1,5)}{3-06}$	$\frac{4 (2)}{4-08}$	6
1,6	$\frac{1,9 (0,95)}{1-94}$	$\frac{2,2 (1,1)}{2-24}$	$\frac{2,8 (1,4)}{2-86}$	7
	а	б	в	№

§ Е2-1-22. Разработка и перемещение нескального грунта  
бульдозерами

*Состав рабочих*

Для бульдозеров на тракторах ДТ-75; Т-74

*Машинист 5 разр.*

Для бульдозеров на тракторах Т-100, Т-4АП1, Т-130  
Т-180 и ДЭТ-250

*Машинист 6 разр.*

Продолжение прил. 2

Таблица 2

**Нормы времени и расценки на 100 м<sup>3</sup> грунта**

Марка трактора	Марка бульдозера	Расстояние перемещения грунта				
		до 10 м		добавлять на каждые следующие 10 м		
		Группа грунта				
		I	II	I	II	
ДТ-75 Т-74	ДЗ-42 ДЗ-29	0,94 <u>(0,94)</u> 0-85,5	1,1 <u>(1,1)</u> 1-00	0,87 <u>(0,87)</u> 0-79,2	0,94 <u>(0,94)</u> 0-85,5	1
Т-100	ДЗ-8 ДЗ-19	0,55 <u>(0,55)</u> 0-58,3	0,68 <u>(0,68)</u> 0-72,1	0,48 <u>(0,48)</u> 0-50,9	0,54 <u>(0,54)</u> 0-57,2	2
Т-100	ДЗ-18 ДЗ-53 ДЗ-54С	0,5 <u>(0,5)</u> 0-53	0,62 <u>(0,62)</u> 0-65,7	0,43 <u>(0,43)</u> 0-45,6	0,49 <u>(0,49)</u> 0-51,9	3
Т-4АП1	ДЗ-101 ДЗ-104	0,88 <u>(0,88)</u> 0-93,3	1 <u>(1)</u> 1-06	0,74 <u>(0,74)</u> 0-78,4	0,84 <u>(0,84)</u> 0-89	4
Т-130	ДЗ-27 ДЗ-110А ДЗ-28	0,35 <u>(0,35)</u> 0-37,1	0,41 <u>(0,41)</u> 0-43,5	0,3 <u>(0,3)</u> 0-31,8	0,33 <u>(0,33)</u> 0-35	5
Т-180	ДЗ-25 ДЗ-9 ДЗ-35С	0,32 <u>(0,32)</u> 0-33,9	0,38 <u>(0,38)</u> 0-40,8	0,29 <u>(0,29)</u> 0-30,7	0,3 <u>(0,3)</u> 0-31,8	6
	ДЗ-24А	0,27 <u>(0,27)</u> 0-28,6	0,32 <u>(0,32)</u> 0-33,9	0,24 <u>(0,24)</u> 0-25,4	0,27 <u>(0,27)</u> 0-28,6	7
ДЭТ-250	Д-384 Д-385	0,25 <u>(0,25)</u> 0-30,3	0,28 <u>(0,28)</u> 0-33,9	0,22 <u>(0,22)</u> 0-26,6	0,23 <u>(0,23)</u> 0-27,8	8
	ДЗ-34С	0,22 <u>(0,22)</u> 0-26,6	0,24 <u>(0,24)</u> 0-29	0,2 <u>(0,2)</u> 0-24,2	0,21 <u>(0,21)</u> 0-25,4	9
		а	б	в	г	№

*Примечание.* При перемещении бульдозером ранее разработанных разрыхленных грунтов нормы времени и расценки умножать на 0,85, считая объем грунта в естественном залегании (ПР-3).

§ Е2-1-36. Окончательная планировка площадей  
бульдозерами

*Состав рабочих*

Для бульдозеров на тракторах ДТ-75; Т-74

*Машинист 5 разр.*

Для бульдозеров на тракторах Т-100, Т-4АП1, Т-130

Т-180 и ДЭТ-250

*Машинист 6 разр.*

*Таблица 2*

**Нормы времени и расценки на 1000 м<sup>2</sup> спланированной  
поверхности за 1 проход бульдозера**

Марка трактора	Марка бульдозера	Способ работ		
		при рабочем ходе в одном направлении	при рабочем ходе в двух направлениях	
Т-74, ДТ-75	ДЗ-29 ДЗ-42	<u>0,49 (0,49)</u> 0-44,6	<u>0,35 (0,35)</u> 0-31,9	1
Т-100	ДЗ-8 ДЗ-19	<u>0,38 (0,38)</u> 0-40,3	<u>0,33 (0,33)</u> 0-35	2
	ДЗ-17 ДЗ-18	<u>0,28 (0,28)</u> 0-29,7	<u>0,24 (0,24)</u> 0-25,4	3
Т-130	ДЗ-24 ДЗ-28	<u>0,27 (0,27)</u> 0-28,7	<u>0,24 (0,24)</u> 0-25,4	4
Т-180	ДЗ-35С ДЗ-24А	<u>0,23 (0,23)</u> 0-24,4	<u>0,19 (0,19)</u> 0-20,1	5
	ДЗ-25	<u>0,2 (0,2)</u> 0-21,2	<u>0,17 (0,17)</u> 0-18	6

Окончание прил. 2

Окончание табл. 2

Марка трактора	Марка бульдозера	Способ работ		
		при рабочем ходе в одном направлении	при рабочем ходе в двух направлениях	
ДЭТ-250	Д-384 Д-385 ДЗ-34С	$\frac{0,16 (0,16)}{0-19,4}$	$\frac{0,15 (0,15)}{0-18,2}$	7
		а	б	№

## ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Федеральное агентство по образованию

Государственное образовательное учреждение

высшего профессионального образования

Томский государственный

архитектурно-строительный университет

Кафедра «ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО

# КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

## Разработка грунта в котловане под фундамент

## здания с подвалом

## Расчетно-пояснительная записка

Выполнил студент(ка) шифр

Проверил и допустил к защите

руководитель проекта      (дата) (подпись) (расшифровка подписи)

Проект защищен с

оценкой (дата) (подпись) (расшифровка подписи)

## КОНТРОЛЬНЫЙ ПРИМЕР

Разработать технологический процесс устройства котлована глубиной 2,7 м под фундамент здания с подвалом. Размеры здания в плане по разбивочным осям составляют 35,0×30,0 м (рис. П.3.1). Ширина фундамента под наружные стены составляет 2,0 м. Разработка грунта ведется экскаватором обратная лопата. Тип грунта – суглинок тяжелый. Расстояние перевозки грунта – 4,1 км. Работу по устройству котлована ведут в одну смену.

### 1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

План котлована с откосами, разрезы показаны на рис. П.3.1. Необходимые размеры и отметки, крутизна откосов должны быть проставлены на элементах чертежа.

### 2. НАЗНАЧЕНИЕ РАЗМЕРОВ КОТЛОВАНА ПОД ФУНДАМЕНТ ЗДАНИЯ

Ширину и длину котлована на уровне дна принимают на 1,0 м больше ширины и длины фундамента здания на уровне дна котлована, и с учетом привязки осей (рис. П.3.1) эти размеры составляют:

$$B_{\text{н}} = 30,0 + 2 \cdot 1,1 + 2 \cdot 0,5 = 33,2 \text{ (м);}$$

$$L_{\text{н}} = 35,0 + 2 \cdot 1,3 + 2 \cdot 0,5 = 38,6 \text{ (м).}$$

Ширину и длину котлована в верхней части определяют с учетом заложения откосов

$$B_{\text{в}} = B_{\text{н}} + 2m \cdot h_{\text{тр}} = 33,2 + 2 \cdot 0,5 \cdot 2,7 = 35,9 \text{ (м);}$$

$$L_{\text{в}} = L_{\text{н}} + 2m \cdot h_{\text{тр}} = 38,6 + 2 \cdot 0,5 \cdot 2,7 = 41,3 \text{ (м),}$$

где  $m = 0,5$  принимаем по табл. П.1.1.

Расчетную глубину котлована ( $h_p$ ) определяют с учетом недобора грунта ( $h_n$ ). Недобор грунта при разработке котлована экскаватором обратная лопата  $h_n = 0,2$  м. Тогда расчетная глубина котлована составляет

$$h_p = 2,7 - 0,2 = 2,5 \text{ м.}$$

### 3. ПОДСЧЕТ ОБЪЕМОВ ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ

Объем грунта в съезде в котлован

$$V_{\text{тр}} = 2,7^2 (3 \cdot 3,5 + 2 \cdot 0,5 \cdot 2,7(5 - 0,5)/5) \cdot (5 - 0,5)/6 = 59,76 \text{ м}^3.$$

Объем грунта непосредственно в котловане

$$V_k = 2,5(33,2 \cdot 38,6 + 35,9 \cdot 41,3 + (33,2 + 35,9)(38,6 + 41,3))/6 = 3452,2 \text{ м}^3.$$

Объем грунта в недоборе составляет

$$V_n = 38,6 \cdot 33,2 \cdot 0,2 = 256,3 \text{ м}^3.$$

Общий объем грунта в сумме составляет

$$V = V_{\text{тр}} + V_k + V_n = 59,76 + 3452,2 + 256,3 = 3768,26 \text{ м}^3.$$

Площадь срезки растительного слоя

$$F_1 = (B_v + 20)(L_v + 20) = (35,9 + 20)(41,3 + 20) = 3426,67 \text{ м}^2.$$

Площадь планировки дна котлована составляет

$$F_2 = F_2 = L_n \cdot B_n = 38,6 \cdot 33,2 = 1281,52 \text{ м}^2.$$

Дальность транспортирования (м) бульдозером срезанного растительного слоя грунта составляет

$$L_1 = (L_v + 20)/2 = (41,3 + 20)/2 = 30,65 \text{ м} - \text{принимаем} \\ L_1 = 30 \text{ м.}$$

Дальность транспортирования (м) бульдозером недобора грунта:

$$L_2 = L_n = 38,6 \text{ м} - \text{принимаем } L_2 = 40 \text{ м.}$$

Объем срезанного растительного слоя грунта ( $\text{м}^3$ ) определяют по выражению

$$V_{\text{р.сл}} = F_1 \cdot h_{\text{р.сл}} = 3426,67 \cdot 0,2 = 685,33 \text{ м}^3.$$

Полученные объемы земляных работ сведены в табл. П.3.1. Единицы измерения объемов земляных работ при устройстве



котлована приняты по ЕНиР Е2-1 «Механизированные и ручные земляные работы».

#### 4. ПОДБОР КОМПЛЕКТА МАШИН ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ГРУНТА В КОТЛОВАНЕ

Для выполнения рабочих операций при разработке грунта в котловане из прил. 1 подбираем комплект механизмов. Срезку растительного слоя и его транспортирование, доработку грунта в котловане и планировку дна котлована выполняет легкий бульдозер ДЗ-42 при транспортировании грунта до 50 м (п. 3.3 и табл. П.1.2). Погрузка растительного слоя и недобора грунта из котлована производит вспомогательный экскаватор прямая лопата ЭО-2621А с вместимостью ковша  $0,25 \text{ м}^3$  в комплекте с автосамосвалами (п. 3.3 и табл. П.1.3, П.1.4). Для разработки грунта в котловане и съездной траншее подобран ведущий однокорытный экскаватор обратная лопата с гидравлическим приводом марки ЭО-3323А с вместимостью ковша  $0,63 \text{ м}^3$  ( п. 3.3 и табл. П.1.3, П.1.5 ). Отвоз грунта осуществляется автосамосвалами ЗИЛ -ММЗ 555 грузоподъемностью  $Q = 5,8 \text{ т}$  ( п. 3.3 и табл. П.1.7, П.1.8).

#### 5. СОСТАВЛЕНИЕ ВЕДОМОСТИ ОБЪЕМОВ ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ

*Таблица П.3.1*

**Ведомость объемов земляных работ**

Наименование строительных процессов	Единица измерения по ЕНиР	Количество единиц измерения
1. Срезка растительного слоя грунта I группы бульдозером ДЗ-42	1000 $\text{м}^2$	3,43

Окончание табл. П.3.1

Наименование строительных процессов	Единица измерения по ЕНиР	Количество единиц измерения
2. Транспортирование ранее разработанного растительного слоя грунта I группы бульдозером на расстояние $L_1 = 30$ м	100 м <sup>3</sup>	6,85
3. Разработка растительного слоя грунта I группы экскаватором прямая лопата с вместимостью ковша 0,25 м <sup>3</sup> с погрузкой в транспортное средство	100 м <sup>3</sup>	6,85
4. Разработка грунта II группы в съездной траншее экскаватором обратная лопата с вместимостью ковша 0,63 м <sup>3</sup> с погрузкой в транспортное средство	100 м <sup>3</sup>	0,60
5. Разработка грунта II группы в котловане экскаватором обратная лопата с вместимостью ковша 0,63 м <sup>3</sup> с погрузкой в транспортное средство	100 м <sup>3</sup>	34,52
6. Разработка недобора грунта II группы в котловане бульдозером ДЗ-42 с транспортированием на расстояние $L_2 = 40$ м	100 м <sup>3</sup>	2,56
7. Разработка ранее разработанного грунта I группы экскаватором прямая лопата с вместимостью ковша 0,25 м <sup>3</sup> с погрузкой в транспортное средство	100 м <sup>3</sup>	2,56
8. Окончательная планировка dna котлована бульдозером ДЗ-42 за один проход в одном направлении	1000 м <sup>2</sup>	1,28

## 6. КАЛЬКУЛЯЦИЯ ЗАТРАТ ТРУДА И МАШИННОГО ВРЕМЕНИ

Калькуляцию затрат труда и машинного времени (табл. П.3.2) составляют на основании ведомости объемов земляных работ и при использовании ЕНиР Е2, выпуск 1.

Таблица П.3.2

## Калькуляция затрат труда и машинного времени

№ п / п	Наименование технологических процессов	Единица измерения	Объем работ	Обоснование (ЕНиР и др. нормы расценки)	Норма времени		Затраты труда	
					рабочих, чел.-ч	машиниста, чел.-ч (работа машин, маш.-ч)	рабочих, чел.-ч	машиниста, чел.-ч (работа машин, маш.-ч)
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Срезка растительного слоя грунта I группы бульдозером ДЗ-42	1000 м <sup>2</sup>	3,43	§Е2-1-5 № 2-а	–	0,69	–	2,37
2	Транспортирование ранее разработанного растительного слоя грунта I группы бульдозером на расстояние $L_1=30$ м	100 м <sup>3</sup>	6,85	§Е2-1-22 т.2, № 1-а, № 1-г	–	0,85 (0,94·1 + 0,87·2) = 2,28	–	15,62
3	Разработка растительного слоя грунта I группы экскаватором прямая лопата с вместимостью ковша 0,25 м <sup>3</sup> с погрузкой в транспортное средство	100 м <sup>3</sup>	6,85	§Е2-1-8 т. 7, № 1-а	–	3,5	–	23,98
4	Разработка грунта II группы в съездной траншее экскаватором обратная лопата с вместимостью ковша 0,63 м <sup>3</sup> с погрузкой в транспортное средство	100 м <sup>3</sup>	0,60	§Е2-1-11 т. 7, № 4-б	–	2,6	–	1,56
5	Разработка грунта II группы в котловане экскаватором обратная лопата с вместимостью ковша 0,63 м <sup>3</sup> с погрузкой в транспортное средство	100 м <sup>3</sup>	34,5 2	§Е2-1-11 т. 7, № 4-б	–	2,6	–	89,75

*Окончание табл. П.3.2*

№ п/ п	Наименование технологических процессов	Единица измерения	Объем работ	Обоснование (ЕниР и др. нормы расценки)	Норма времени		Затраты труда	
					рабочих, чел.-ч	машиниста, чел.-ч. (работа машин, маш.-ч.)	рабочих, чел.-ч	машиниста, чел.-ч (работа машин, маш.-ч)
1	2	3	4	5	6	7	8	9
6	Разработка недобора грунта II группы в котловане бульдозером ДЗ-42 с транспортированием на расстояние $L_2 = 40$ м	100 м <sup>3</sup>	2,56	§Е2-1-22 т.2, № 1-б, № 1-г	—	1,1·1+0,94·3 = 3,92	—	10,04
7	Разработка ранее разработанного грунта I группы экскаватором прямая лопата с вместимостью ковша 0,25 м <sup>3</sup> с погрузкой в транспортное средство	100 м <sup>3</sup>	2,56	§Е2-1-8 т. 7, № 1-а	—	3,5	—	8,96
8	Окончательная планировка дна котлована бульдозером ДЗ-42 за один проход в одном направлении	1000 м <sup>2</sup>	1,28	§Е2-1-36 № 1-а	—	0,49	—	0,63
	Итого							152,91

## 7. РАСЧЕТ КОМПЛЕКТА АВТОСАМОСВАЛОВ ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ ГРУНТА

Коэффициент первоначального разрыхления грунта для суглинка тяжелого принимаем как среднее значение по табл. П.1.11  $K_{пр} = 1,27$ , скорость автосамосвалов принимаем по табл. П.1.10 как для грунтовых дорог. Расчет автотранспорта необходимо выполнить для вывозки основного объема грунта в

котловане. Продолжительность погрузки автосамосвала определяют по выражению (19)

$$t_{\text{п}} = 2,6 \cdot 3,9 / (100 \cdot 1,27) + 0,017 = 0,097 \text{ (ч)}.$$

Время разгрузки автосамосвала  $t_{\text{р}} = 0,017 \text{ (ч)}$ .

Продолжительность рабочего цикла (18) автосамосвала составляет

$$t_{\text{ц.а}} = 0,097 + (2 \cdot 4,1 / 20) + 0,017 + 0,017 = 0,54 \text{ (ч)}.$$

Число автосамосвалов (17), занятых на вывозке грунта, составляет

$$N = 0,541 / 0,097 = 5,58 \text{ (шт.)}.$$

Число автосамосвалов округляем в большую сторону и принимаем равным шести.

## 8. РАСЧЕТ ЗАБОЯ ОДНОКОВШОВОГО ЭКСКАВАТОРА ОБРАТНАЯ ЛОПАТА

Для разработки грунта в котловане можно назначить первую лобовую проходку экскаватора с односторонней выгрузкой в автосамосвал, все последующие проходки – боковые. Экскаватор ЭО-3323А с вместимостью ковша  $0,63 \text{ м}^3$  имеет следующие технические характеристики (табл. П.1.5):

- максимальный радиус копания грунта  $R = 7,9 \text{ м}$ ;
- максимальная глубина копания  $h_3 = 4,8 \text{ м}$ ;
- оптимальный радиус резания грунта  $R_0 = 0,8 \cdot 7,9 = 6,32 \text{ м}$ ;
- радиус выгрузки грунта  $R_{\text{в}} = 0,8 \cdot 7,9 = 6,32 \text{ м}$ .

Ширина автосамосвала в расчетах принимается равной  $b_{\text{а}} = 2,3 \text{ м}$ .

Радиус резания грунта на уровне дна котлована  $R_{\text{р}}$  принимается по табл. П.1.13:  $R_{\text{р}} = 6,02 \text{ м}$ .

Минимальный радиус резания на уровне подошвы откоса  $R_{\text{min}} = R_0 + m \cdot h_{\text{р}} = 3,13 + 0,5 \cdot 2,5 = 4,38 \text{ (м)}$ .

Длина рабочей передвижки экскаватора согласно табл. П.1.12

$$l_{\text{п}} = 1,54 \text{ м}.$$

**Ширина уширенного лобового забоя** (см. рис. 6) будет равна

$$B_{\text{л}} = \sqrt{R_{\text{п}}^2 - l_{\text{п}}^2} + (R_{\text{в}} - 0,5b_{\text{а}} - 1) = \sqrt{6,02^2 - 1,54^2} + (6,32 - 0,5 \cdot 2,3 - 1) = 9,99 \text{ (м)}.$$

**Ширина бокового забоя по верху** (см. рис. 4)

$$B_{\text{б}} = (R_{\text{в}} - 0,5b_{\text{а}} - 1) + \sqrt{R_{\text{п}}^2 - l_{\text{п}}^2} - m \cdot h_{\text{п}} = (6,32 - 0,5 \cdot 2,3 - 1) + \sqrt{6,02^2 - 1,54^2} - 0,5 \cdot 2,5 = 4,17 + 5,82 - 1,25 = 8,74 \text{ (м)}.$$

Количество боковых проходок будет равно

$$N_{\text{б}} = (B_{\text{в}} - B_{\text{л}}) / B_{\text{б}} = (35,9 - 9,99) / 8,74 = 2,96.$$

Принимаем количество боковых проходок равным трем.

Расстояние между крайними стоянками экскаватора при уширенном лобовом забое будет составлять

$$a_{\text{ст}} = (B_{\text{л}} - 2(0,7 \cdot R_{\text{п}})) = 9,99 - 2(0,7 \cdot 6,02) = 1,562 \text{ (м)}.$$

## 9. КАЛЕНДАРНЫЙ ГРАФИК ПРОИЗВОДСТВА ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ

Календарный график производства земляных работ (табл. П.3.3) построен на разработку грунта в котловане с учетом совмещения технологических операций во времени для бульдозера и экскаватора.

## 10. РАСЧЕТ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КОМПЛЕКТА МАШИН

Общий объем разрабатываемого грунта  $V = 3768,26 \text{ м}^3$ , общая нормативная трудоемкость разработки грунта  $T_{\text{р}} = 152,91 \text{ маш.-ч}$ . Продолжительность выполнения работ ( $T_{\text{о}}$ ) по устройству котлована под фундамент здания по календарному графику составляет 15,5 дней.

## Календарный график производства работ

№ п/п	Наименование технологи- ческих процессов	Ед. изм.	Объём работ	Затраты труда		Прин. сост. звена.	Прод. $T_n$ ( $T_{пл}$ ), дни	Рабочие смены, часы																		
				Рабочих, чел.-ч	Машинист, чел.-ч (раб.маш.)			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	2	3	4	5	6	7	8	9																		
1	Срезка растительного слоя грунта I группы бульдозером ДЗ-42	1000 м²	3,43	—	2,37	Маш-т 5р-1	0,30 (0,25)	■																		
2	Транспортир. ранее разраб. растит. слоя грунта I группы бульдозером на расстояние $L1 = 30$ м	100 м³	6,85	—	15,62	Маш-т 5р-1	1,95 (2,0)	■	■	■																
3	Разработка растительного слоя грунта I группы экскаватором прям. лопата с вместим. ковша 0,25 м³ с погр. в транспорт. средство.	100 м³	6,85	—	23,98	Маш-т 5р-1	2,99 (3,0)		■	■	■	■														
4	Разработка грунта II группы в съездной траншее и котловане экскаватором обратная лопата с вместим. ковша 0,63 м³ с погрузкой в транспортное средство	100 м³	35,12	—	91,31	Маш-т 6р-1	11,41 (11,0)				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■					
5	Разработка недобора грунта II группы в котловане бульдозером ДЗ-42 с транспортированием на расстояние $L2 = 40$ м	100 м³	2,56	—	10,04	Маш-т 5р-1	1,26 (1,0)															■	■			
6	Разработка ранее разработанного грунта I группы экскаватором прямая лопата с вместим. ковша 0,25 м³ с погрузкой в транспортное средство	100 м³	2,56	—	8,96	Маш-т 5р-1	1,12 (1,0)																■	■		
7	Окончательная планировка дна котлована бульдозером ДЗ-42 за один проход в одном направлении	1000 м²	1,28	—	0,63	Маш-т 5р-1	0,08 (0,25)																■			

Сменная производительность ведущего экскаватора

$$B_p = V \cdot T_{\text{см}} / T_p = 3511,96 \cdot 8 / 91,31 = 307,7 \text{ м}^3 / \text{маш.-см.}$$

Затраты машинного времени на разработку всего объема грунта в котловане составляют (см. калькуляцию и календарный график):

– для бульдозера ДЗ-42	$t_{oi} = 28,66$ маш.-ч;
– для экскаватора ЭО-2621А	$t_{oi} = 32,94$ маш.-ч;
– для экскаватора ЭО 3323А	$t_{oi} = 91,31$ маш.-ч;
всего по комплекту механизмов	$t_{oi} = 152,91$ маш.-ч.

## 11. РАСЧЕТ МАТЕРИАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ

В табл. П.3.4 приведен расход материальных ресурсов для работы комплекта механизмов, занятого на разработке грунта в котловане под фундамент здания (см. табл. П.1.14 и предыдущий расчет п.10).

Пример оформления графической части представлен на стр. 67.

*Таблица П.3.4*

### **Расход материалов на работу комплекта механизмов, кг**

Материалы	Механизмы			
	ДЗ-42	ЭО-2621А	ЭО-3323А	Всего
Дизельное топливо	186,29	260,23	730,5	1177,02
Дизельное масло	6,88	11,86	32,87	51,61
Индустриальное масло	0,14	0,66	1,83	2,63
Веретенное масло	–	1,65	4,57	6,22
Автол	0,57	1,65	4,57	6,79
Нигрол	0,57	0,99	2,74	4,30
Солидол	1,72	6,92	19,18	27,82
Керосин	–	1,98	5,48	7,46
Обтирочные материалы	0,57	0,99	2,74	4,30



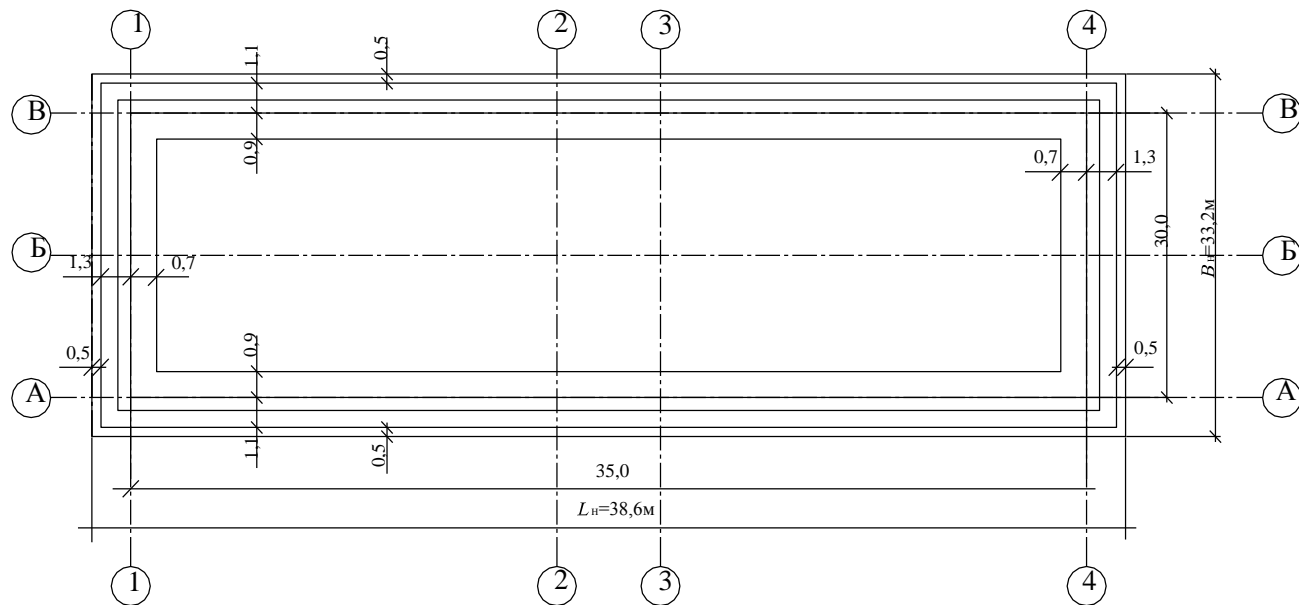
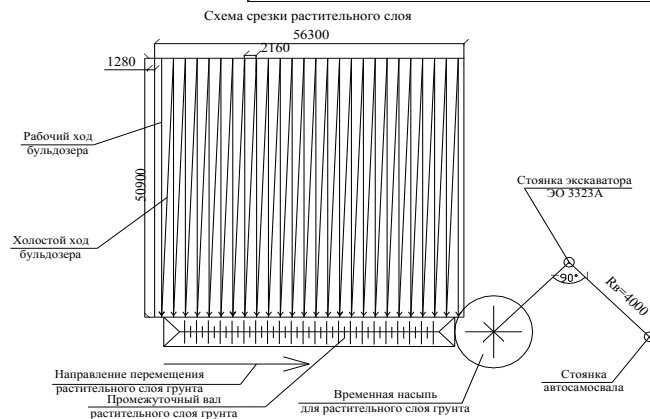
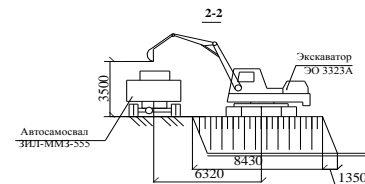
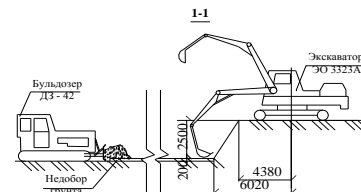
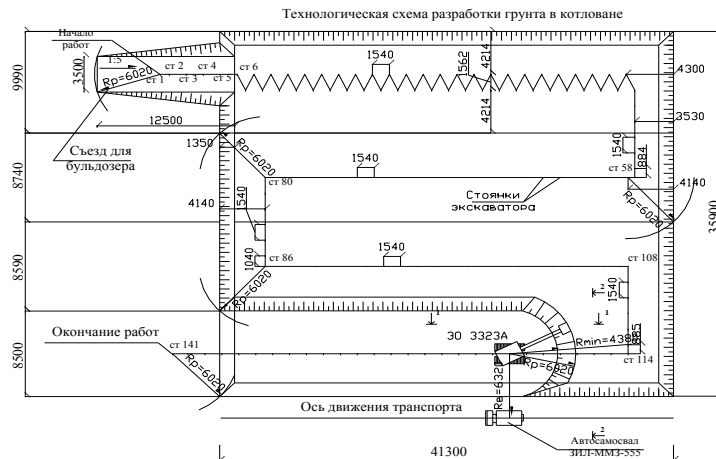


Рис. П.3.1. Схема фундамента задания к контрольному примеру



КУРСОВАЯ РАБОТА									
351-000 ИНО ТГАСУ									
Разработка грунта в котловане							СТАДИЯ	АКСТ	АКТОР
Технологическая схема разработки грунта в котловане. Схема срезы растительного слоя. Разрезы 1-1, 2-2.							У	1	1
Кафедра ТСП									

*Учебное издание*

*Сергей Викторович Коробков*

**РАЗРАБОТКА ГРУНТА В КОТЛОВАНАХ  
И ТРАНШЕЯХ**

Учебное пособие