

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Соловьев Дмитрий Александрович  
Должность: ректор ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ  
Дата подписания: 27.07.2021 12:15:58  
Уникальный программный ключ:  
5b8335c1f3d6e7bd91a310d074ca17b32860538

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
Саратовский государственный аграрный университет  
имени Н. И. Вавилова

## **ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ НА ОБЪЕКТАХ ИНЖЕНЕРНОЙ ЗАЩИТЫ**

Методические указания по выполнению курсового проекта

для направления подготовки

20.03.02 Природообустройство и водопользование

Саратов 2021 г.

**Организация строительных работ на объектах инженерной защиты**  
методические указания по выполнению курсового проекта / Сост.: А.В. Поваров // Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2021. – 33 с.

Методические указания по выполнению курсового проекта составлены в соответствии с программой дисциплины и предназначены для обучающихся направления подготовки 20.03.02 Природообустройство и водопользование, содержат примерный план и краткое описание глав курсового проекта. Материал ориентирован на вопросы профессиональной компетенции будущих специалистов. на формирование навыков определения объёмов строительных работ по отдельным сооружениям и объектам природообустройства и водопользования в целом, подбору машин и оборудования при производстве работ, использования нормативно-технической документации при производстве работ на строительстве оросительных каналов.

## **ВВЕДЕНИЕ**

Изучение организации работ на объектах инженерной защиты территорий и сооружений позволяет бакалавру правильно и быстро организовывать работу, применять эффективные технологии по строительству и реконструкции объектов мелиоративно-водохозяйственного комплекса.

При выполнении курсового проекта приводятся схемы чертежей продольного и поперечного профилей участков оросительных каналов, подробная методика определения объемов при производстве работ на участках канала, подбор машин и оборудования для производства работ и определения норм расхода ресурсов.

## ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Курсовой проект включает пояснительную записку объемом 30–45 страниц рукописного текста и графическую часть из 3-х листов формата А1.

1. Титульный лист оформляется в соответствии с приложением.
2. Поля: левое – 30 мм, правое – 15, верхнее – 20, нижнее – 20 мм.
3. Основной текст – шрифт Times New Roman, кегль 14.
4. Заголовки – по центру, прописной полужирный шрифт Times New Roman, кегль 14.
5. Заголовок таблицы – по центру, строчной полужирный Times New Roman, кегль 12.
6. Раздел «Список литературы» – Times New Roman, кегль 12.
7. Текст таблицы – Times New Roman, кегль 12.
8. Интервал:
  - между строками – 1,5;
  - между заголовками и текстом – 1;
9. - внутри таблиц – 1.
10. Абзацный отступ – 1,25 см.
11. Выравнивание основного текста – по ширине. Переносы не допускаются.
12. Нумерация страниц – середина нижнего поля. Нумерация начинается со второй страницы.

Состав и объем курсового проекта по отдельным разделам приведен в таблице 1.

Таблица 1

Наименование разделов	Объем представляемых материалов	
	кол-во страниц в пояснительной записке	кол-во графических листов
Оглавление	1	
Введение	1	-
Раздел 1. Исходные данные для курсового проектирования	3 – 4	
1.1 Природные условия района строительства		
1.2 Характеристика производственных и хозяйственных условий района строительства		
Раздел 2. Выбор типовых сечений канала	3 – 4	
2.1 Разбивка канала на характерные участки		
2.2 Выбор типовых сечений		1
Раздел 3. Производство строительных работ на канале	20 – 30	
3.1 Объем земляных работ		
3.2 Баланс грунтовых масс		
3.3 Составление технологических карт		1
3.4 Комплектование машин		
3.5 Схемы производства земляных работ		1
3.6 Облицовка канала		
3.7 Определение потребности в горюче-смазочных материалах		
Выводы	1	
Приложения	2 – 5	
<b>Итого</b>	<b>30 – 45</b>	<b>3</b>

Объем разделов является ориентировочным и может изменяться по согласованию с руководителем.

## ПРИМЕРНЫЙ ПЛАН И КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ГЛАВ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

### Введение

Введение должно быть кратким. Необходимо показать значимость мелиорации земель для развития сельского хозяйства и, в частности, какую роль играет орошаемое земледелие в засушливых регионах.

Отразить конкретное назначение канала, его географическое расположение, нормативный срок строительства и определить главную цель, решаемую в курсовом проекте.

### ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Исходные данные для курсового проектирования берутся у преподавателя.

#### 1. ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ РАЙОНА СТРОИТЕЛЬСТВА

*1.1.1. Метеорологические условия* (среднемесячные температуры за год, расчетный зимний период для района строительства, глубина и сроки промерзания грунта, сведения об осадках ливневого характера, направлении ветров и их наибольших скоростях).

*1.1.2. Рельеф* (дать кратко).

*1.1.3. Геологические условия* (разновидность грунтов, места их распространения).

Остальные данные приведены на продольном профиле канала (рис.1).

#### *1.2. Характеристика производственных и хозяйственных условий района строительства*

*1.2.1.* Описать ближайшие населенные пункты: их назначение, удаленность от стройки, занятость населения, его количество и возможность использования на строительстве.

*1.2.2.* Наличие ПМК, строительных и других организаций, наличие у них строительной техники и возможность ее использования.

*1.2.3.* Заводы стройматериалов и возможность использования их продукции на строительстве.

*1.2.4.* Ближайшие железнодорожные станции и пристани, их связь со строительством (телефон, радиосвязь и т. п.).

*1.2.5.* Карьеры местных строительных материалов (песок, гравий и т. д.).

*1.2.6.* Дорожная сеть района строительства: тип дорог и их состояние, возможность использования.

*1.2.7.* Энергосиловое хозяйство района строительства (электростанции, линии ЛЭП и т. п.) и возможность его использования для нужд строительства.

#### 2. ВЫБОР ТИПОВЫХ СЕЧЕНИЙ КАНАЛА

##### *2.1. Разбивка канала на характерные участки*

По условиям прохождения каналы могут быть полностью в выемке, в полувыемке, в полунасыпи, полностью в насыпи с подсыпным дном – подушкой или без подсыпки, когда отметки дна канала совпадают с отметкой поверхности земли (частный случай).

Границей между двумя характерными соседними участками будет поперечное сечение, удовлетворяющее одному из следующих условий:

а) средняя глубина выемки равна проектной глубине канала;

б) площадь сечения выемки канала равна площади сечения двух дамб с учетом снятия растительного слоя и уплотнения грунта в дамбах, т.е. резервы и кавальеры отсутствуют;

в) средняя глубина выемки с учетом снятия растительного слоя равна нулю или средняя высота дамбы равна проектной глубине канала;

г) резко меняются проектные размеры поперечного сечения канала, например, ширина по дну.

Для того, чтобы определить границы между участками канала в полувыемке и в полунасыпи, находят глубину  $H_b$ , при которой площадь поперечного сечения выемки будет равна площади поперечного сечения двух дамб:

$$S_b = 2 \cdot S_d, \quad (1)$$

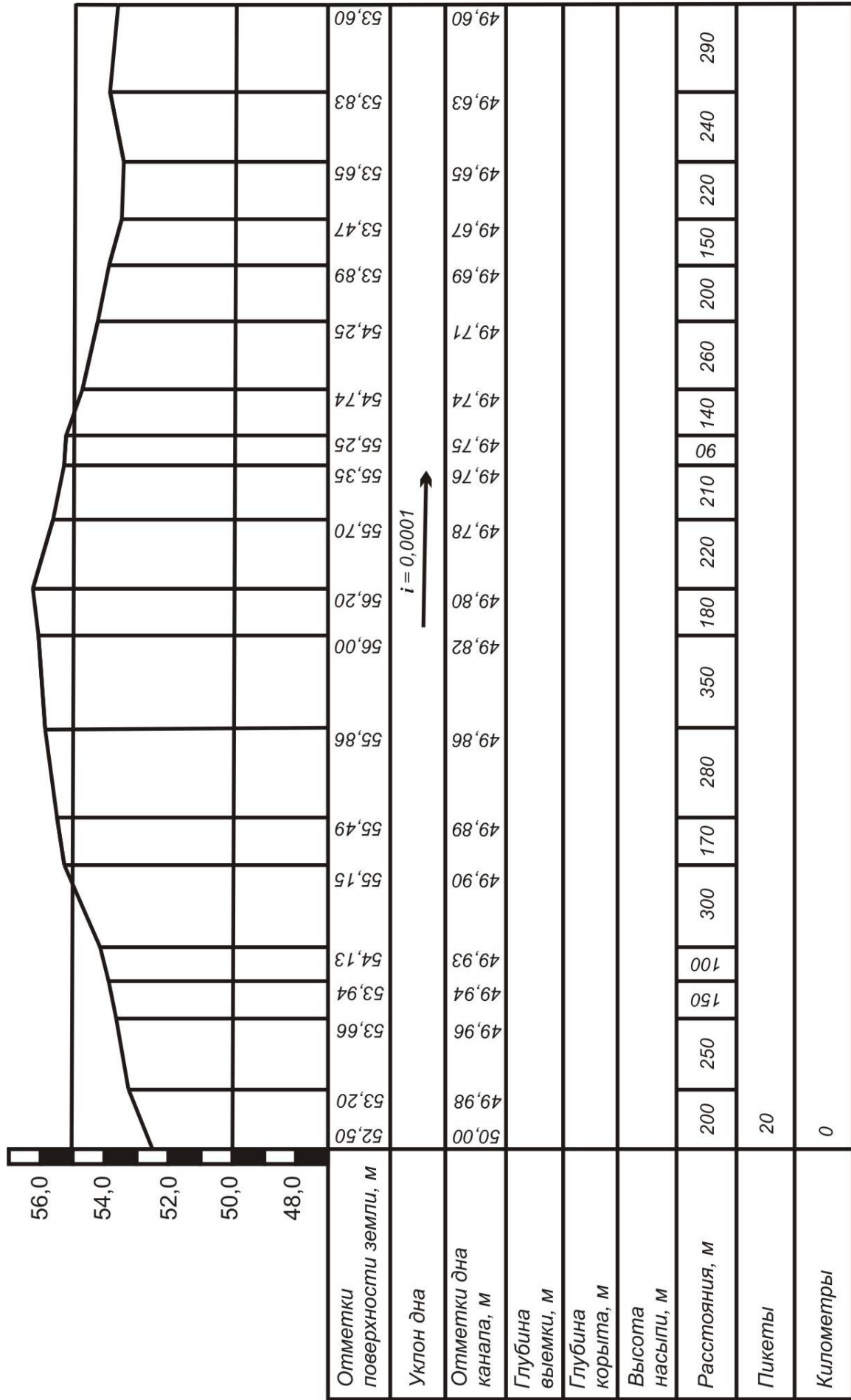


Рис. 1. Продольный профиль канала.

С учетом толщины снимаемого растительного слоя профильная площадь ( $m^2$ ) поперечного сечения выемки будет:

$$S_B = b \cdot (H_B - h_{p.c.}) + m_1 \cdot (H_B - h_{p.c.})^2 \quad (2)$$

где  $H_B$  – глубина выемки канала, м.

С учетом уплотнения грунта до заданной плотности и потерь грунта при транспортировке площадь поперечного сечения одной дамбы ( $m^2$ ) определяется по формуле:

$$S_d = \left[ a_d \cdot (H_d + h_{p.c.}) + \frac{m_1 + m_2}{2} \cdot (H_d + h_{p.c.})^2 \right] \cdot \frac{\gamma_d}{\gamma_e} \cdot K_n, \quad (3)$$

где  $H_d$  – высота дамб канала, м;  $\gamma_d$  – требуемая плотность грунтов в дамбах,  $t/m^3$  ( $\gamma_d = 1,65$ );  $\gamma_e$  – плотность грунта в естественном состоянии,  $t/m^3$  ( $\gamma_e = 1,58$ );  $K_n$  – коэффициент, учитывающий потери грунта при транспортировке ( $K_n = 1,01 \dots 1,05$ ).

Обозначим полную строительную глубину канала через ( $H$ ), тогда высота дамб ( $m$ ) может быть выражена следующим образом:

$$H_d = H - H_B, \quad (4)$$

Подставляя значения величин  $S_B$  (2) и  $S_d$  (3) в исходное уравнение (1) с использованием (4) и решая его относительно  $H_B$ , находим искомую глубину выемки канала, а затем и высоту дамб канала.

При глубине выемки более найденного значения  $H_B$  избытки грунта следует укладывать в кавальеры, примыкающие к дамбам, или транспортировать его на соседние участки канала, проходящие в полунасыпи или в насыпи. При меньшей глубине выемки потребуется закладка резервов, если нет возможности привозить грунт с участков канала, проходящих в полувыемке и в выемке.

Определив границы участков канала, отмечают их:

I – участок с ПК ... до ПК ... – канал в выемке;

II – участок с ПК ... до ПК ... – канал в полувыемке и т.д.

## 2.2. Выбор типовых сечений

После разбивки канала на характерные участки необходимо для каждого участка выбрать типовое сечение. Это нужно для того, чтобы правильно подобрать комплект машин для производства работ. Типовое сечение представляет собой среднее по размерам поперечное сечение данного участка канала. Размеры типового сечения можно определить по глубине выемки или высоте насыпи, или по площади поперечного сечения. Если по рельефным условиям участок канала простой, без резких колебаний глубины выемки или высоты насыпи, то типовое сечение можно определить по средней глубине выемки (высоте насыпи), найденной как среднее арифметическое из глубин канала на данном участке:

$$H_{cp} = \frac{H_1 + H_2 + \dots + H_n}{n}, \quad (5)$$

где  $H_1, H_2, \dots, H_n$  – глубины канала (высоты насыпи) в точках перелома рельефа местности по оси продольного профиля, м;  $n$  – количество точек перелома рельефа местности.

Если канал проходит в сложных рельефных условиях, то среднюю глубину выемки (высоту насыпи) следует определять как средневзвешенное значение из глубин канала на данном участке:



$$H_{\text{ср.взв.}} = \frac{\frac{H_1 + H_2}{2} \cdot \ell_1 + \frac{H_2 + H_3}{2} \cdot \ell_2 + \dots + \frac{H_{n-1} + H_n}{2} \cdot \ell_m}{\ell_1 + \ell_2 + \dots + \ell_m}, \quad (6)$$

где  $\ell_1, \ell_2, \dots, \ell_m$  – расстояние между точками перелома рельефа местности, м.

### 3. ПРОИЗВОДСТВО СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ НА КАНАЛЕ

#### 3.1. Объемы земляных работ

##### 3.1.1. Участок канала в выемке (рис. 2 а).

1. Объем выемки канала  $V_B$  ( $\text{м}^3$ )

$$V_B = L_y \cdot \left( \frac{B + b}{2} \cdot H_{\text{ср.взвеш}(B)} - B \cdot h_{\text{п.с.}} \right), \quad (7)$$

где  $L_y$  – длина участка канала, м;

$B$  – ширина канала по верху, м.

$$B = b + 2 \cdot m_1 \cdot H. \quad (8)$$

2. Объем кавальера  $V_K$  ( $\text{м}^3$ ) с учетом первоначального разрыхления грунта:

$$V_K = V_B \cdot K_p, \quad (9)$$

где  $K_p$  – первоначальный коэффициент разрыхления грунта.

Также объем кавальера  $V_K$  ( $\text{м}^3$ ) можно определить по формуле:

$$V_K = L_y \cdot H_K \cdot \frac{a_K + b_K}{2}, \quad (10)$$

где  $b_K$  – ширина кавальера по низу, м.

$$b_K = a_K + (m_2 + m_3) \cdot H_K. \quad (11)$$

Зная ширину кавальера  $a_K$  по верху, можно определить его высоту  $H_K$ , и наоборот.

$$H_K = \frac{2 \cdot V_K \cdot K_p}{L_y \cdot (a_K + b_K)}. \quad (12)$$

Подставляя формулу (11) в формулу (12) можно рассчитать  $H_K$  или  $b_K$ .

Необходимо помнить, если часть грунта транспортируется на соседний участок, то в кавальер отсыпается не весь объем  $V_B$ .

3. Объем растительного грунта, снятого с трассы канала и основания кавальера  $V_{\text{р.с.}}$  ( $\text{м}^3$ ):

$$V_{\text{р.с.}} = L_y \cdot h_{\text{р.с.}} \cdot (B + b_K). \quad (13)$$

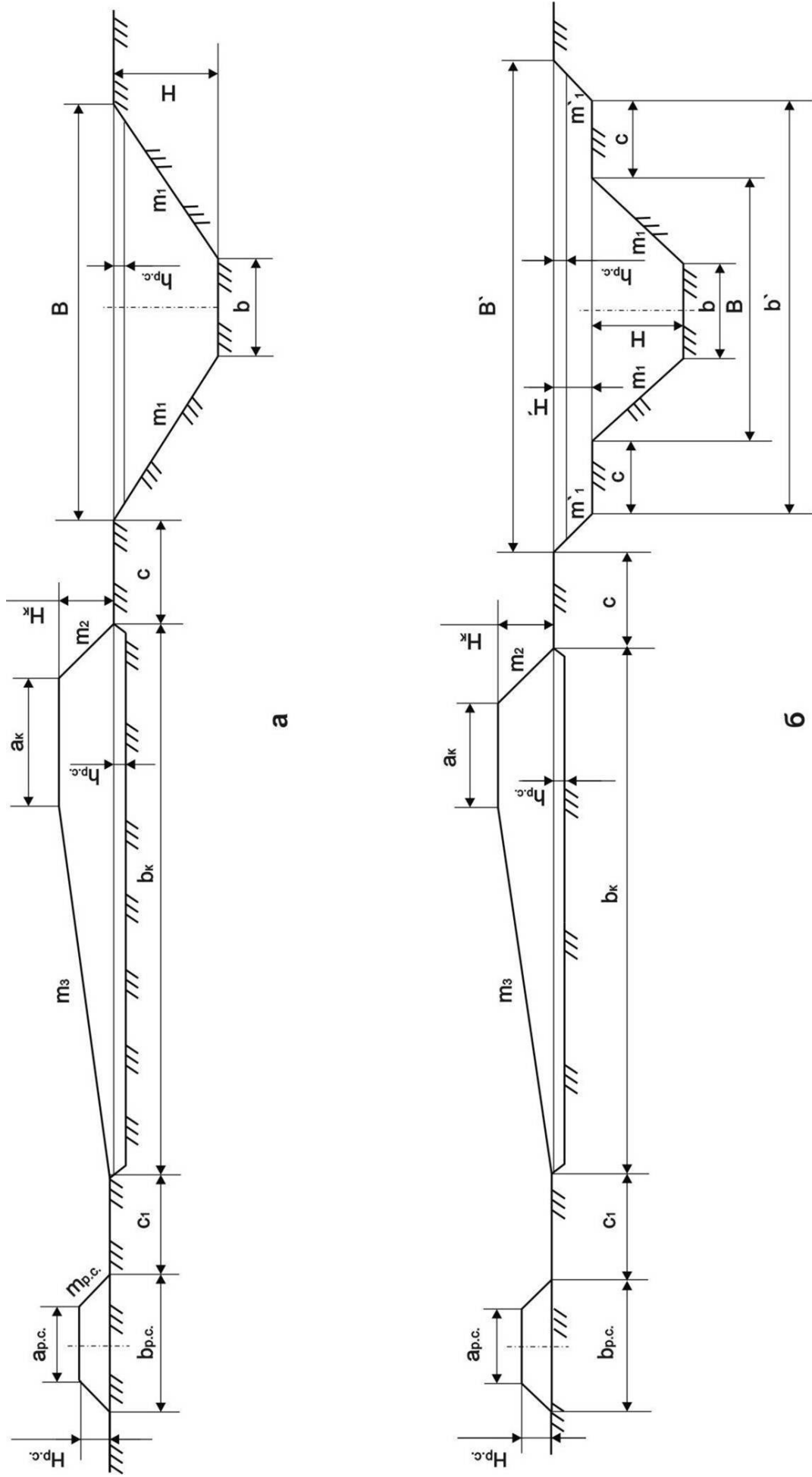


Рис. 2. Поперечное сечение участка канала.

а – в выемке. б – в глубокой выемке (с копыттом)

Зная ширину кавальера растительного грунта  $a_{p.c.}$  по верху, можно определить его высоту  $H_{p.c.}$ , с учетом разрыхления, и наоборот:

$$H_{p.c.} = \frac{2 \cdot V_{p.c.} \cdot K_p}{L_y \cdot (a_{p.c.} + b_{p.c.})}, \quad (14)$$

где  $b_{p.c.}$  – ширина кавальера растительного грунта по низу, м:

$$b_{p.c.} = a_{p.c.} + 2 \cdot m_{p.c.} \cdot H_{p.c.} \quad (15)$$

4. Площадь планировки откосов и дна канала  $S_{пл}$  ( $m^2$ ):

$$S_{пл} = L_y \cdot (b + 2 \cdot H \cdot \sqrt{1 + m_1^2}). \quad (16)$$

5. Площадь планировки гребня и откосов кавальера  $S_k$  ( $m^2$ ):

$$S_k = L_y \cdot (a_k + H_k \cdot (\sqrt{1 + m_1^2}) + \sqrt{1 + m_3^2}), \quad (17)$$

### 3.1.2. Участок канала с корытом (рис. 2, б).

1. Объем выемки корыта  $V_{кор}$  ( $m^3$ ):

$$V_{кор} = L_y \cdot \left( \frac{B' + b'}{2} \cdot H' - B' \cdot h_{p.c.} \right), \quad (18)$$

где  $B'$  – ширина корыта по верху, м;  $b'$  – ширина корыта по низу, м;  $H'$  – глубина корыта с учетом растительного грунта, м (в учебных целях принимаем  $H' = 1 \dots 1,5$  м.

$$b' = B + 2 \cdot c; \quad (19)$$

$$B' = b' + 2 \cdot m' \cdot H'. \quad (20)$$

2. Объем выемки канала  $V_B$  ( $m^3$ ):

$$V_B = L_y \cdot H \cdot \frac{B + b}{2}, \quad (21)$$

3. Объем кавальера  $V_k$  ( $m^3$ ) с учетом разрыхления грунта:

$$V_k = (V_B + V_{кор}) \cdot K_p, \quad (22)$$

**Необходимо помнить, что если часть грунта транспортируется на соседний участок, то в кавальер отсыпается не весь объем ( $V_B + V_{кор}$ ).**

Величины  $b_k$ ,  $H_k$  определяют по формулам (11) и (12).

4. Объем растительного грунта  $V_{p.c.}$  ( $m^3$ ), высоту и ширину кавальера растительного грунта определяют по выражениям (13), (14), (15), заменив параметр  $B$  на  $B'$ .

5. Площади планировки откосов и дна канала  $S_{пл}$  ( $m^2$ ), гребня и откосов кавальера  $S_k$  ( $m^2$ ) определяют по формулам (16) и (17).

6. Площадь планировки откосов и берм корыта  $S_{кор}$  ( $m^2$ ):

$$S_{кор} = 2 \cdot L_y \cdot (c + H' \cdot \sqrt{1 + m_1^2}), \quad (23)$$

### 3.1.3. Участок канала в полунасыпи (рис. 3, а).

1. Объем выемки канала  $V_v$  ( $m^3$ ) определяется по формулам (7), (8). В формуле (7) вместо  $H$  подставляем величину  $H_{ср.взв(в)}$ .

2. Объем одной дамбы  $V_d$  ( $m^3$ ) с учетом толщины снятого растительного грунта, можно определить по формуле:

$$V_d = L_y \cdot \left( \frac{a_d + b_d}{2} \cdot H_{ср.взв(д)} + b_d \cdot h_{р.с.} \right), \quad (24)$$

где:  $H_{ср.взв(д)}$  – средне взвешенная высота дамбы, м.

$b_d$  - ширина дамбы по низу, м:

$$b_d = a_d + (m_1 + m_2) \cdot H_{ср.взв(д)}, \quad (25)$$

3. Объем резервов грунта  $V_p$  ( $m^3$ ):

$$V_p = 2 \cdot V_d - V_v, \quad (26)$$

Объем одного резерва грунта:

$$V'_p = V_d - \frac{V_v}{2}, \quad (27)$$

*Если же недостающий грунт частично или полностью привозится с соседних участков канала, где есть его излишки, то закладывают меньшие резервы или их совсем не закладывают.*

Глубина резерва

$$H_p = \frac{2(V'_p + B_p h_{р.с.} L_y)}{L_y (B_p + b_p)} \quad (28)$$

где  $b_p = 6-10$  м,  $B_p$  – ширина резерва по верху и низу, м.

$$B_p = b_p + 2m_p H_p \quad (29)$$

4. Объем растительного грунта  $V_{р.с.}$  ( $m^3$ ), снимаемого с трассы канала, оснований дамб и поверхности резервов:

$$V_{р.с.} = L_y \cdot h_{р.с.} \cdot (B_1 + 2 \cdot b_d + 2 \cdot B_p), \quad (30)$$

где  $B_1$  – ширина канала по дневной поверхности, м

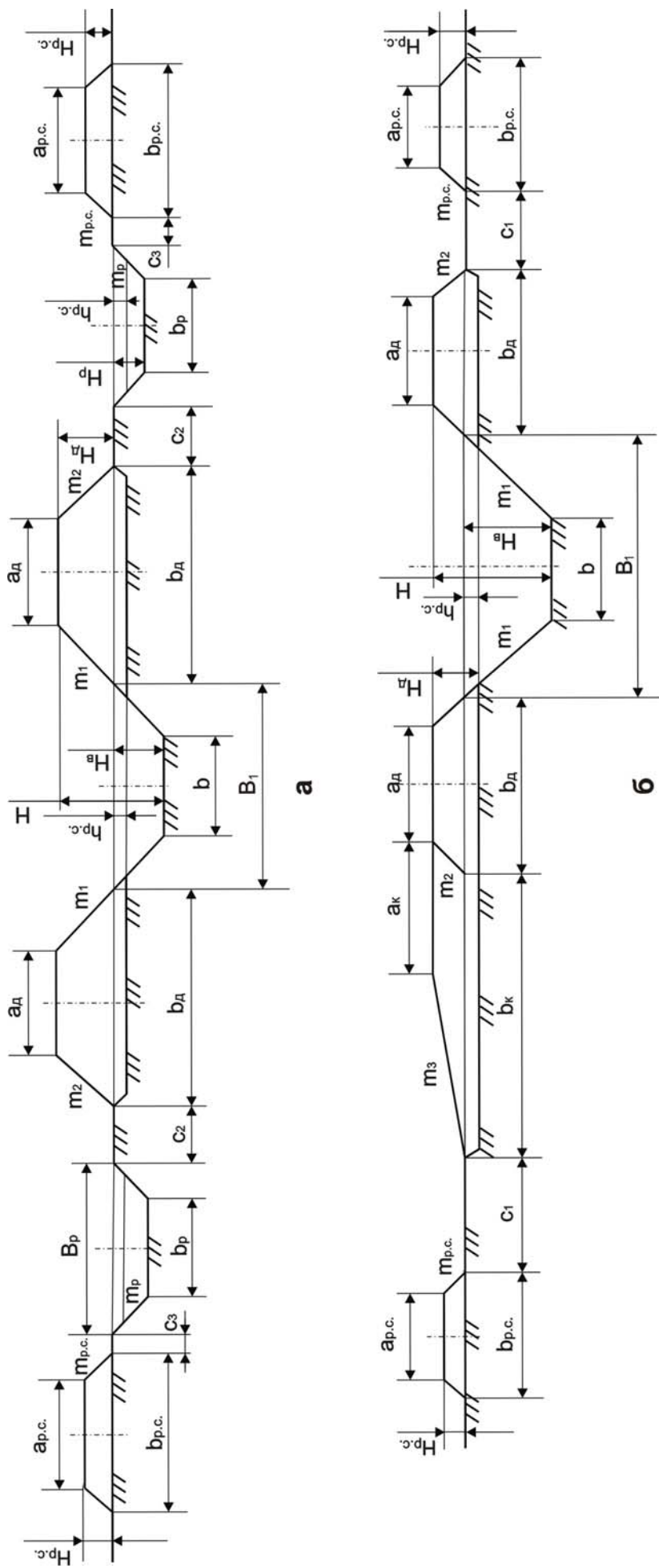


Рис. 3. Поперечное сечение участка канала.  
а – в полунасыпи, б – в полувыемке

**Параметры кавальера растительного грунта определяются, как и для канала в выемке, только учитывают два кавальера грунта, а не один.**

$$H_{p.c.} = \frac{V_{p.c.} \cdot K_p}{L_y \cdot (a_{p.c.} + b_{p.c.})} \quad (31)$$

$$b_{p.c.} = a_{p.c.} + 2 \cdot m_{p.c.} \cdot H_{p.c.} \quad (32)$$

5. Объем разрыхленного грунта в основании дамб  $V_{px}$  ( $m^3$ ):

$$V_{px} = 2 \cdot L_y \cdot h_{px} \cdot b_d, \quad (33)$$

где  $h_{px}$  – глубина рыхления, м. ( $h_{px}=0,35$  м).

6. Площадь планировки дна и откосов выемки канала, откосов и гребня дамб  $S_{пл}$  ( $m^2$ ):

$$S_{пл} = L_y \cdot \left( b + 2 \cdot a_d + 2 \cdot H \cdot \sqrt{1 + m_1^2} + 2 \cdot H_d \cdot \sqrt{1 + m_2^2} \right), \quad (34)$$

#### **3.1.4. Участок канала в полувыемке (рис. 3, б).**

1. Объемы выемки канала и дамб определяют, как и для участка канала в полунасыпи, формулы (7), (8), (24), (25).

2. Объем кавальера и его параметры определяют, как и для канала в выемке, формулы (11), (12).

3. Объем растительного грунта  $V_{p.c.}$  ( $m^3$ ):

**Параметры кавальера растительного грунта определяются, как и для канала в выемке, только учитывают два кавальера грунта, а не один.**

4. Объем разрыхленного грунта в основании дамб  $V_{px}$  ( $m^3$ ) определяется по выражению (31).

5. Площадь планировки дна и откосов выемки канала, откосов и гребня дамб  $S_{пл}$  ( $m^2$ ):

$$S_{пл} = L_y \cdot \left( b + 2 \cdot a_d + 2 \cdot H \cdot \sqrt{1 + m_1^2} + H_d \cdot \sqrt{1 + m_2^2} \right), \quad (36)$$

6. Площадь планировки кавальера  $S_k$  ( $m^2$ ):

$$S_k = L_y \cdot (a_k + m_3 \cdot H_k), \quad (37)$$

#### **3.1.5. Участок канала в насыпи (рис. 4).**

1. Объем насыпи  $V_n$  ( $m^3$ ):

$$V_n = L_y \cdot \left[ (a_d + b'_d) \cdot H_{ср.взвеш(д)} + \frac{b + 2 \cdot b'_d + B_n}{2} \cdot h_n + B_n \cdot h_{p.c.} \right], \quad (38)$$

где:  $b'_d$  – ширина дамбы на отметке дна канала, м;  $B_n$  – ширина основания под дамбами и каналом, м;

$h_n$  – толщина подсыпного дна, м;

$$b'_d = a_d + (m_1 + m_2) \cdot H, \quad (39)$$

$$B_n = b + 2 \cdot b'_d + 2 \cdot m_2 \cdot h_n, \quad (40)$$

$$h_n = H_{ср.взв} - H, \quad (41)$$

2. Объемы и параметры резервов определяют, как и для канала в полунасыпи формулы (28), (29).

3. Объем растительного грунта  $V_{p.c.}$  ( $m^3$ ), снимаемого с основания насыпи и с поверхности резервов:

$$V_{p.c.} = L_y \cdot h_{p.c.} \cdot (B_n + 2 \cdot B_p), \quad (42)$$

*Параметры кавальеров растительного грунта определяют, как и для канала в полунасыпи формулы (31, 32).*

4. Объем рыхления грунта в основании насыпи  $V_{рх}$  ( $m^3$ )

$$V_{р.х.} = L_y B_n h_{рх} . \quad (43)$$

5. Площадь планировки  $S_{пл}$  ( $m^2$ ) определяют по формуле (34).

Все объемы земляных работ по участкам канала сводят в ведомость (табл. 3).





Таблица 3

## Сводная ведомость объемов земляных работ по строительству канала

№ п/п	Наименование работ	Объемы работ	
		единица измерения	количество
1	2	3	4
<b>I. Участок канала в выемке</b>			
1	Снятие растительного грунта с трассы канала и с основания кавальера	м <sup>3</sup>	
2	Разработка грунта в выемке канала с перемещением в кавальер	м <sup>3</sup>	
3	Планировка дна и откосов канала	м <sup>2</sup>	
4	Разравнивание отвала грунта и формирование кавальера	м <sup>3</sup>	
5	Планировка гребня и откосов кавальера	м <sup>2</sup>	
6	Разравнивание растительного грунта	м <sup>3</sup>	
<b>II. Участок канала с корытом</b>			
1	Снятие растительного грунта с трассы канала и с основания кавальера	м <sup>3</sup>	
2	Разработка грунта в выемке канала с перемещением в кавальер	м <sup>3</sup>	
3	Планировка дна и берм канала	м <sup>2</sup>	
4	Разработка грунта в выемке канала с перемещением в кавальер	м <sup>3</sup>	
5	Планировка дна и откосов канала	м <sup>2</sup>	
6	Разравнивание отвала грунта и формирование кавальера	м <sup>3</sup>	
7	Планировка гребня и откосов кавальера	м <sup>2</sup>	
8	Разравнивание растительного грунта	м <sup>3</sup>	
<b>III. Участок канала в полунасыпи</b>			
1	Снятие растительного грунта с трассы канала и с поверхности резервов	м <sup>3</sup>	
2	Рыхление грунта в основание дамб	м <sup>3</sup>	
3	Разработка грунта в выемке канала с перемещением в дамбы	м <sup>3</sup>	
4	Разработка грунта в резервах с перемещением в дамбы	м <sup>3</sup>	
5	Послойное разравнивание грунта в дамбах	м <sup>3</sup>	
6	Доувлажнение грунта в дамбах	м <sup>3</sup>	
7	Послойное уплотнение грунта в основании и теле дамбы	м <sup>3</sup>	
8	Планировка дна и откосов выемки канала, гребня и откосов дамб	м <sup>2</sup>	
9	Засыпка резервов растительным грунтом	м <sup>3</sup>	
<b>IV. Участок канала в полувыемке</b>			
1	Снятие растительного грунта с трассы канала и с основания кавальера	м <sup>3</sup>	
2	Рыхление грунта в основание дамб	м <sup>3</sup>	

3	Разработка грунта в выемке канала:	$m^3$	
	а) с перемещением в дамбы	$m^3$	
	б) с перемещением в кавальер	$m^3$	
4	Послойное разравнивание грунта в дамбах	$m^3$	
5	Доувлажнение грунта в дамбах	$m^3$	
6	Послойное уплотнение грунта в основании и теле дамбы	$m^3$	
7	Планировка дна и откосов выемки канала, гребня и откосов дамб	$m^2$	
8	Разравнивание грунта и формирование кавальера	$m^3$	
9	Планировка гребня и откосов кавальера	$m^2$	
10	Разравнивание растительного грунта	$m^3$	
<b>V. Участок канала в насыпи</b>			
1	Снятие растительного грунта в основании насыпи и с поверхности резервов	$m^3$	
2	Рыхление грунта в основании дамб	$m^3$	
3	Разработка грунта в резервах с перемещением в насыпь	$m^3$	
4	Послойное разравнивание грунта в насыпи	$m^3$	
5	Доувлажнение грунта	$m^3$	
6	Послойное уплотнение грунта в основании и теле насыпи	$m^3$	
7	Планировка дна и откосов насыпи	$m^2$	
8	Засыпка резервов растительным грунтом	$m^3$	

Перечень всех перечисленных работ в ведомости является ориентировочным. Если излишки грунта с одних участков будут перемещать на участки, где его недостаточно, то в этот перечень работ и их объемы следует внести уточнение. Например:

Разработка грунта в выемке канала,  $m^3$  ..... 100000

в том числе:

а) с перемещением в дамбы,  $m^3$  ..... 30000

б) с перемещением на участок II (канал в полунасыпи),  $m^3$  .... 70000

Но эти уточнения можно сделать только после составления баланса грунтовых масс.

### **3.2 Баланс грунтовых масс**

В результате составления баланса, суммарный объем насыпей должен быть равен суммарному объему выемок на объекте.

Составляем баланс грунтовых масс в табличной форме (табл. 4).

### **3.3 Составление технологических карт**

Технологические карты составляют для типовых сечений канала с исчислением объемов работ обычно на 1000 или 100 м погонной длины, но можно и на участок канала конкретной длины. Составляют минимум два варианта карт для производства работ различными комплектами машин.

Условия выбора машин для выполнения земляных работ представлены в таблицах 6-11.

К исполнению принимают вариант технологической карты с наилучшими показателями.

Для обоснованного выбора комплекта машин составляется технологическая карта по следующей форме (табл. 5).

Таблица 4

## Баланс грунтовых масс

№ п/п	Выемки			Наименование насыпей					всего, м <sup>3</sup>
	наименование участков и выемок	длина, м	объем, м <sup>3</sup>	дамбы			кавальер		
				участок канала в полунасыпи	участок канала в полувыемке	участок канала в насыпи	постоянный	временный	
	I. Участок канала в выемке								
1.	Выемка растительного грунта								
2.	Выемка канала								
	II. Участок канала с корытом								
1.	Выемка растительного грунта								
2.	Выемка корыта								
3.	Выемка канала								
	И т.д.								
	Итого								

Таблица 5

## Технологическая карта на производство работ.

Схема	Наименование строительных операций	Наименование машин и условия производства работ	Объемы работ	Нормы и их обоснование	Потребно всего		Стоимость, руб.	
					маш.- см	чел.- дн	одной маш.- см	всего
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Таблица 6

## Условия выбора бульдозеров

Мощность двигателя базового тягача, кВт	Минимальный объем работ на одну машину, м <sup>3</sup>	Рациональная дальность перемещения грунта, м
до 40	до 3000	30...50
до 80	до 3000	50...70
до 185	3000 – 50000	До 100
более 185	более 50000	До 150

Таблица 7

**Условия выбора скреперов**

Вместительность ковша прицепного скрепера с гусеничным тягачом, м <sup>3</sup>	Минимальный объем работ на одну машину, м <sup>3</sup>	Предел дальности возки грунта, м	Вместительность ковша самоходного скрепера, м <sup>3</sup>	Предел дальности возки грунта, м <sup>3</sup>
6	до 5000	100 – 350	до 8	300 – 1500
8	до 5000	150 – 550	9 – 10	400 – 2500
10	5000 – 50000	300 – 800	15	До 3000
15	более 50000	500 – 1500	25	До 5000

Таблица 8

**Условия выбора катков**

Типы катков	Условия применения	Масса, т	Толщина уплотняемого слоя, м	Число проходов	
				связные грунты	несвязные грунты
С гладким вальцом	Несвязные грунты	3 – 5	0,15	-	4 – 10
То же, моторные	Несвязные грунты, в естественных условиях	9 – 18	0,25	-	4 – 6
Кулачковые	Связные грунты	5	0,25	6 – 14	-
		9	0,3	6 – 14	-
		18	0,3	6 – 12	-
		30	0,4 (0,65)	4 – 10	-
Пневмошиныные	Любые грунты	5	0,15		
		10	0,25	6 – 12	4 – 8
		25	0,4		
		45	0,5		
Решетчатые	Связные комковатые, со смерзшимися комьями и гравелистые грунты	30	0,4	6 – 10	-
Вибрационные	Несвязные грунты	3	0,4	-	3 – 4
		6	0,6		

Таблица 9

**Условия выбора одноковшовых экскаваторов**

Месячный объем переработки грунта, м <sup>3</sup>	Экскаватор с ковшом вместительностью, м <sup>3</sup>
до 20000	0,4 – 0,65
20000 – 60000	1 – 1,5
60000 – 100000	1,6 – 2,5
свыше 100000	2,5 и более

Таблица 10

**Условия выбора автосамосвалов**

Расстояние транспортировки грунта, м	Грузоподъемность автосамосвалов (т) при вместительности 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	7	10	-	-
1,0	7	7	10	10	10	-	27
1,5	7	7	10	10	12	18	27
2,0	7	10	10	12	18	18	27
3,0	7	10	12	12	18	27	40
4,0	10	10	12	18	18	27	40
5,0	10	10	12	18	18	27	40

Таблица 11

**Условия выбора каналокопателей**

Параметры канала	Марки каналокопателей						
	МК-17	ЭТР-125А	ЭТР-172	ЭТР-126	ЭТР-206А	ЭТР-208	ЭТР-301
Глубина, м	0,5	1,3	1,7	0,8; 1,2	2,0	2,5	3,0
Ширина по дну, м	0,35	0,25	0,25	0,4; 0,6; 0,8	0,8; 1,0; 1,2; 1,5	1,0; 1,5; 2,0	1,5; 2,0; 2,5
Заложение откосов	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1,5	1:1
				1:1,25	1:1,5	1:1,75	1:1,5
				1:1,5	1:1,75	1:2,0	1:1,75

**3.4. Комплектование машин**

Полученные в технологических картах данные о потребных ресурсах позволяют решить вопрос о количественном составе комплекта машин. Далее необходимо произвести комплектование машин.

**3.5. Схемы производства земляных работ**

По каждому участку канала разрабатывают схемы производства работ. Для некоторых машин намечают несколько схем рабочих движений. Окончательную схему принимают только после соответствующего обоснования. Так, для бульдозера сравнивают величины продолжительности рабочего цикла. Для скрепера сравнивают величины средней дальности возки. Принимают те схемы, у которых эти величины наименьшие.

**3.6. Облицовка канала****3.6.1. Конструкция облицовки**

Одним из эффективных способов борьбы с фильтрацией воды из оросительных каналов является устройство противофильтрационных покрытий с применением полимерных пленок, подстилающих грунтовый слой, и монолитного бетона или сборных железобетонных плит. В качестве таких пленок применяют полиэтиленовые толщиной 0,2 – 0,4 мм и шириной 1,5 – 8 м, поливинилхлоридные толщиной 0,25; 0,5; 0,7 мм и шириной 1,35 м.

Сборные железобетонные плиты позволяют повысить темпы строительства, способствуют максимальной индустриализации и механизации строительного процесса. В таблице 12 приведены некоторые типоразмеры таких плит.

Плиты НПК и ПК применяют для строительства каналов с глубиной воды до 3 м; ПКУ и НПВК используют для каналов с глубиной воды 3 – 5 м.

Нужно иметь в виду, что при заложении откосов канала  $m = 1,5$  и  $2$  ширину заплечика принимают равной  $0,2$  м, при  $m = 2,5 - 0,3$  и  $m = 3$  принимают –  $0,4$  м.

Таблица 12

Типоразмеры сборных железобетонных плит

Марка плиты	Размеры, мм		
	длина	ширина	толщина
ПК-30-5А	3000	500	60
ПК-30-20	3000	2000	60
ПК-30-15	3000	1500	80
ПК-30-20	3000	2000	80
ПК-30-25	3000	2500	80
ПКУ-30-15	3000	1500	100
ПКУ-30-20	3000	2000	100
ПКУ-30-25	3000	2500	100
ПКУ-40-20	4000	2000	60
НПК-50-20	5000	2000	60
НПК-60-10	6000	1000	60
НПК-60-15	6000	1500	60
НПК-60-20	6000	2000	60
НПВК	6000	2740	80

### 3.6.2. Количество материалов для облицовки канала

Количество плит определенной марки в зависимости от их расположения по отношению к оси канала (вдоль или поперек) подсчитывают по следующим выражениям:

$$n_{\text{в}} = \frac{L}{b_{\text{п}} + a_{\text{ш}}} \cdot n_{\text{р.в.}}, \quad (44)$$

$$n_{\text{п}} = \frac{L}{a_{\text{п}} + a_{\text{ш}}} \cdot n_{\text{р.п.}}, \quad (45)$$

где  $n_{\text{в}}$ ,  $n_{\text{п}}$  – количество плит соответственно вдоль и поперек оси канала;  $L$  – длина участка облицовки, м;  $b_{\text{п}}$  – длина плиты, м;  $a_{\text{п}}$  – ширина плиты, м;  $a_{\text{ш}}$  – ширина шва между плитами, м;  $n_{\text{р.в.}}$ ,  $n_{\text{р.п.}}$  – соответственно количество рядов плит определенной марки, уложенных вдоль и поперек оси канала.

Объем бетонной смеси  $V$  (м<sup>3</sup>):

а) для заделки поперечных швов между плитами определенной марки

$$V_{\text{п.ш.}} = a_{\text{ш}} \cdot h_{\text{ш}} \cdot (n_{\text{в}} \cdot b_{\text{п}} + n_{\text{п}} \cdot a_{\text{п}}), \quad (46)$$

где  $h_{\text{ш}}$  – толщина шва, м.

б) для заделки продольных швов между плитами (между рядами плит)

$$V_{\text{пр.ш}} = h_{\text{ш}} \cdot L \cdot \left[ 2 \cdot (a_{\text{ш.з}} + a_{\text{ш.п}}) + a_{\text{ш}} \cdot (\sum n_{\text{р.в}} + \sum n_{\text{р.п}} - 3) \right], \quad (47)$$

где  $a_{\text{ш.з}}$  – ширина бетонированной полосы между заплечиком и примыкающей к нему плитой, м;  $a_{\text{ш.п}}$  – ширина бетонированной полосы между плитой, образующими стык в высоте подошвы выемки канала, м.

в) для устройства заплечиков

$$V_3 = 2 \cdot a_3 \cdot h_3 \cdot L, \quad (48)$$

где  $a_3$  и  $h_3$  – ширина и толщина заплечиков, м.

Количество полимерной пленки  $S_{\text{п.п}}$  ( $\text{м}^2$ ):

$$S_{\text{п.п}} = (2 \cdot \ell_o + b + 0,4) \cdot L, \quad (49)$$

где  $\ell_o$  – длина откосов канал, м;  $b$  – ширина по дну канала, м.

Количество прокладочного материала  $S_{\text{п.м}}$  ( $\text{м}^2$ ):

$$S_{\text{п.м}} = L \cdot [(a_{\text{ш}} + 0,1) \cdot (\sum n_{\text{р.в}} + \sum n_{\text{р.п}} - 1) + 2 \cdot (a_{\text{ш.п}} + 0,1)] + (a_{\text{ш}} + 0,1) \cdot [a_{\text{п}} \cdot (\sum n_{\text{в}} + 1) + b_{\text{п}} \cdot (\sum n_{\text{п}} + 1)] \quad (50)$$

Количество материалов, потребное для выполнения облицовочных работ, сводим в табл. 13.

Таблица 13

**Материалы для облицовки канала**

№ п/п	Название материала	Размерность	Количество
1.	Железобетонные плиты:		
	а) ПКУ ...	шт.	
	б) НПК ...	шт.	
2.	Бетонная смесь	$\text{м}^3$	
3.	Полимерная пленка	$\text{м}^2$	
4.	Прокладочный материал (рубероид, толь и т.д.)	$\text{м}^2$	

### 3.6.3. Подбор крана

Подъемные краны выбирают по необходимой грузоподъемности, вылету стрелы и требуемой высоте подъема:

а) грузоподъемность крана  $G_{\text{к}}$  должна соответствовать массе поднимаемого груза (плиты или бады с бетонной смесью):

$$G_{\text{к}} \geq G_{\text{г}}, \quad (51)$$

где  $G_{\text{г}}$  – масса груза, т.

б) необходимая высота подъема крюка  $H$  (м):

$$H = h_{\text{с}} + h_{\text{г}} + \ell_o + h_3, \quad (52)$$

где  $h_{\text{с}}$  – превышение наивысшей отметки сооружения над отметкой стоянки крана, м;  $h_{\text{г}}$  – высота поднимаемого груза в монтажном положении, м;  $\ell_o$  – длина строп (вертикальная проекция длины стропов), м;  $h_3$  – запас для свободного переноса груза над наивысшей точкой сооружения, м ( $h_3 = 0,5$  м).

в) требуемый вылет стрелы  $R$  (м):

$$R = B_o + \frac{b_1}{2} + b_2, \quad (53)$$

где  $B_0$  – ширина зоны бетонирования или укладки плит, м;  $b_1$  – ширина полосы, занимаемой ходовой частью крана, м;  $b_2$  – запас между краном (от края гусениц и колес или опорных лап) и откосом канала, м ( $b_2 = 0,5 \dots 1$  м).

Для оценки выбранного крана по грузоподъемности следует пользоваться коэффициентом использования грузоподъемности крана:

$$K_{гр} = \frac{G_{г. max}}{G_k} \geq 0,35, \quad (54)$$

где:  $G_{г. max}$  – масса наиболее тяжелого груза, поднимаемого краном при облицовочных работах, т.

### 3.6.4. Технология устройства облицовки канала

Технология устройства облицовки канала может включать следующие операции:

- подготовка дна и откосов канала;
- раскладка пленочных полотнищ и их соединение;
- укладка по пленке предохранительных прокладок;
- монтаж сборных железобетонных плит или укладка монолитного бетона;
- уход за свежеложенным бетоном и заделка швов.

### 3.7. Определение потребности в горюче-смазочных материалах

1. Количество дизельного топлива  $Q_{т.i}$  (кг):

$$Q_{т.i} = q_i \cdot M_i \cdot t_{см}, \quad (55)$$

где  $q_i$  – расход дизельного топлива на 1 ч работы машины  $i$ -того типа, кг;  $M_i$  – количество машино-смен, отработанных машиной  $i$ -того типа.

Величины  $q_i$  принимаются по приложению, а  $M_i$  – из принятого варианта технологической карты.

Нужно помнить, что в приложении нормы расхода топлива установлены для условий эксплуатации машин при положительных температурах. При работе машин в зимнее время (средняя температура воздуха ниже  $0^\circ\text{C}$ ) в южных районах нормы повышают до 5 %, в районах с умеренным климатом – до 10 %, в северных районах – до 15 %, а в районах Крайнего Севера и приравненных к ним – до 20 %.

Марки дизельного топлива: Л-0.2-40 – летнее, 3-0.2-35 – зимнее.

2. Количество остальных горюче-смазочных материалов  $Q_{м.i}$  (кг):

$$Q_{м.i} = \frac{Q_t \cdot a_i}{100}, \quad (56)$$

где  $a_i$  – количество горюче-смазочного материала  $i$ -того типа в процентах от дизельного топлива.

Нормы расхода масел смазок для машин и бензина для пусковых двигателей установлены в процентах от расхода дизельного топлива в следующих размерах: моторного масла – 5%, трансмиссионного – 1%, пластичной смазки – 1,5 %, бензина – 3% летом и 4,5 % зимой.

В двигателях Д-108, СМД-14, А-01М, ЯМЗ-236 и ЯМЗ-240 применяют следующие моторные масла: М-8-В2 (т) – зимнее и М-10-В2 – летнее; в двигателях Д-160, Д-130 – масла М-8-Г2 – зимнее и М-10-Г2 – летнее; в двигателях ЯМЗ-238НБ и ЯМЗ-240Б – масла М-8-Г2 (к) – летнее и М-10-Г2 (к); в двигателях СМД-60/62, 8ДВТ-330 и ЯМЗ-240Н – масла М-10Д (м) и М-8-Г2; в двигателях В-31 – масла М-16-А (т) – летнее и М-14А (т) – зимнее.



Трансмиссионное масло ТМ-3-9 применяют всесезонно в холодной и умеренной климатических зонах, а ТМ-3-18 – всесезонно в умеренной зоне и зоне жаркого климата.

Солидолы УС-1 и С используют всесезонно во всех климатических зонах страны, а УС-2 и пресс-солидол С – всесезонно в умеренной и тропической зонах.

Для смазывания канатов применяют смазку КТ6/5 к4.

Для пусковых двигателей используют бензин А-72. Суммарную потребность в горюче-смазочных материалах (по маркам) представить в табличной форме (табл. 14).

Таблица 14

**Потребность в горюче-смазочных материалах**

№ п/п	Название и марка ГСМ	Количество, кг
1.	Дизельное топливо	
2.	Бензин	
3.	Моторное масло	
4.	Трансмиссионное масло	
5.	Солидол	
6.	Канатная мазь	

**4. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

В этом разделе необходимо кратко представить правила безопасной работы на машинах при производстве работ, осветить вопросы охраны окружающей среды (недопущение загрязнения почвы и водоемов нефтепродуктами, кислотами, щелочами; сохранение зеленых насаждений; рекультивация земель и т.п.).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белецкий Б. Ф. Строительные машины и оборудование [Электронный ресурс] / Б.Ф. Белецкий, И. Г. Булгакова. - 3-е изд., стер. - СПб. : Лань, 2012. -608 с. –ISBN 978-5-8114-1282-2.
2. Белецкий Б. Ф. Технология и механизация строительного производства [Электронный ресурс] / Б. Ф. Белецкий. - 4-е изд., стер. - СПб. : Лань, 2011.– 752с. - ISBN 978-5-8114-1256-3
3. Михайлов А.Ю. Технология и организация строительства [Электронный ресурс]. Практикум: Учебно-практическое пособие. Вологда: Инфра-Инженерия, 2017. - 196 с. Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=884122>.
4. Ковязин В.Ф. Инженерное обустройство территорий [Электронный ресурс]: Учебное пособие. СПб.: издательство «Лань», 2021. – 480 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/168812/#2>.

## **ПРИЛОЖЕНИЕ**

## Мощность двигателя и расход топлива строительных машин

Марка машины	Базовый трактор	Мощность двигателя, кВт	Расход дизельного топлива на 1 ч работы, кг
1. Бульдозеры			
ДЗ-42	ДТ-75	55,0	6,1
ДЗ-101	Т-4АП2	96,0	12,0
ДЗ-48	К-702	228,0	18,0
ДЗ-109	Т-130 1Г-1	118,0	12,0
ДЗ-110А	Т-130 1Г-1	118,0	12,0
ДЗ-35С	Т-180Г	132,0	12,96
ДЗ-118	ДЭТ-250М	243,0	22,0
ДЗ-18А	Т-100МЗ	79,0	8,1
2. Скреперы			
ДЗ-111	Т-4АП2	96,0	8,4
ДЗ-77	Т-130Г1	118,0	12,0
ДЗ-87-1	Т-150К	121,0	12,1
ДЗ-11П	МоАЗ-546П	177,0	18,0
ДЗ-13	Белаз-531	265,0	24,3
3. Экскаваторы одноковшовые			
ЭО-2621А	ЮМЗ-6АЛ	44,0	4,4
ЭО-3322А	-	55,0	6,3
ЭО-4111Б	-	60,0	8,2
ЭО-4121А	-	96,0	9,0
ЭО-5112А	-	79,0	8,6
ЭО-6111Б	-	118,0	12,0
4. Каналокопатели			
ЭТР-206А	Т-130Г	118,0	12,7
ЭТР-301	Т-180Г	200,0	21,6
ЭТР-208	УШ	220,0	23,7
ЭТР-125А	Т-130 ВГ-3	108,0	10,8
ЭТР-172	-	125,0	13,5
ЭТР-126	-	125,0	13,5
МК-17	ДТ-75Б-Сч	55,0	6,0
5. Автогрейдеры			
ДЗ-99	-	66,0	7,8
ДЗ-31	-	96,0	12,0
ДЗ-98	-	184,0	18,0
6. Машины для уплотнения грунта			
ДУ-37Б	Т-158	121,0	12,1
ДУ-16Б	МоАЗ-546П	177,0	18,0
ДУ-39А	Т-130.1Г-1	118,0	12,0
ДУ-12Б	Т-130.1Г-1	118,0	12,0
7. Краны самоходные стреловые			
а) автомобильные			
КС-2561К-1	ЗИЛ-130	110,0	7,7
КС-3575А	ЗИЛ-133ГЯ	110,0	8,8
КС-3562Б	МАЗ-5334	129,0	7,2
МКА-16	КрАЗ-257	177,0	8,8

КС-4572	КамАЗ-53213	133,0	7,8
б) пневмоколесные			
КС-4361А	-	58,0	6,1
МКП-25А	-	55,0	5,1
г) гусеничные			
МКГ-16М	-	55,0	5,0
МКГ-25.01	-	79,0	6,0
МКГ-40	-	95,0	7,0

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение  
высшего образования  
Саратовский государственный аграрный университет  
имени Н.И. Вавилова  
Факультет инженерии и природообустройства**

**Кафедра «Природообустройство, строительство и  
теплоэнергетика»**

## **КУРСОВОЙ ПРОЕКТ**

по дисциплине "Организация строительных  
работ на объектах инженерной защиты "

на тему: «Разработка организационно-технологической  
документации по строительству оросительного  
магистрального канала»

**Направление подготовки:**

20.03.02 Природообустройство

и водопользование

**курс: группа:**

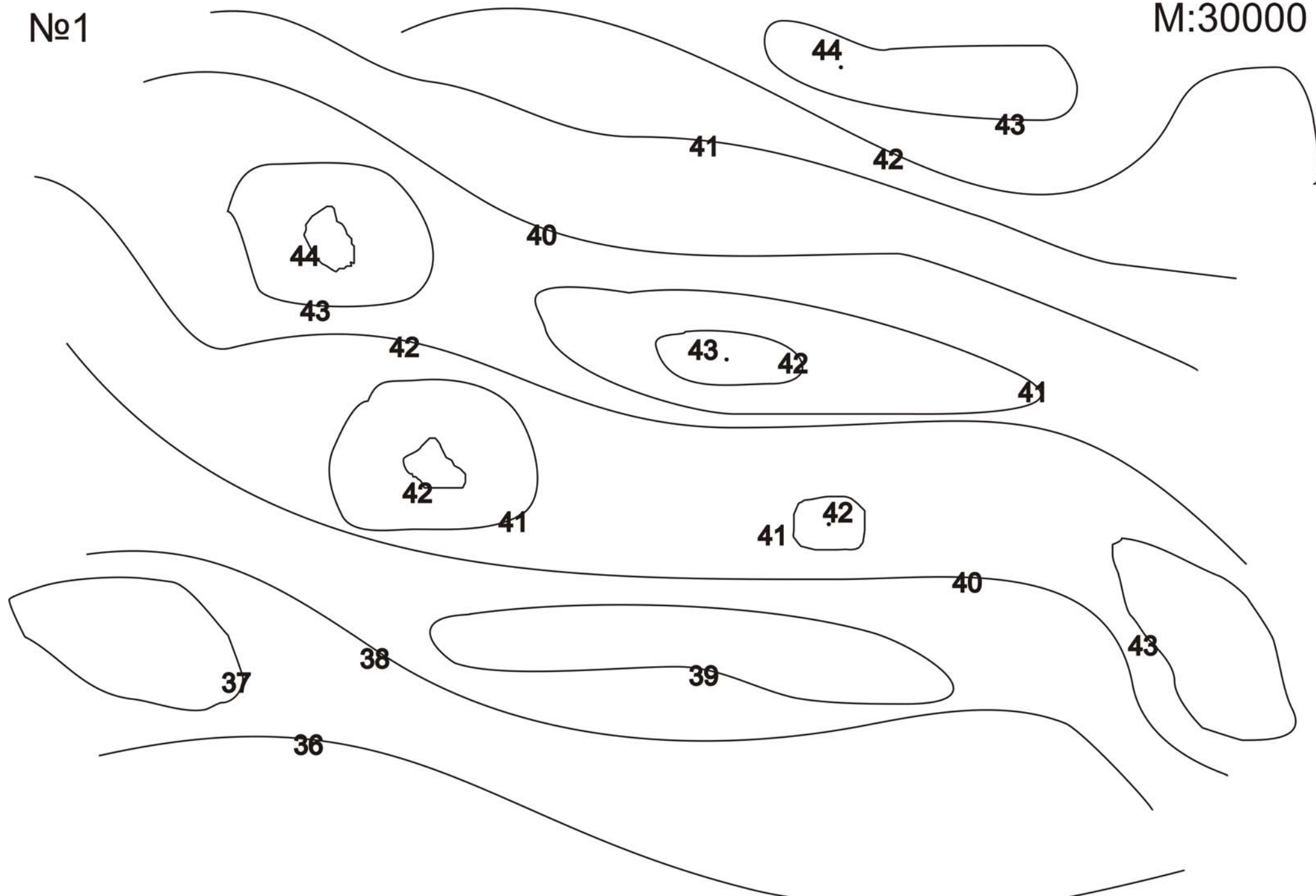
**Выполнил:**

**Проверил:**

Саратов 20\_\_ г.

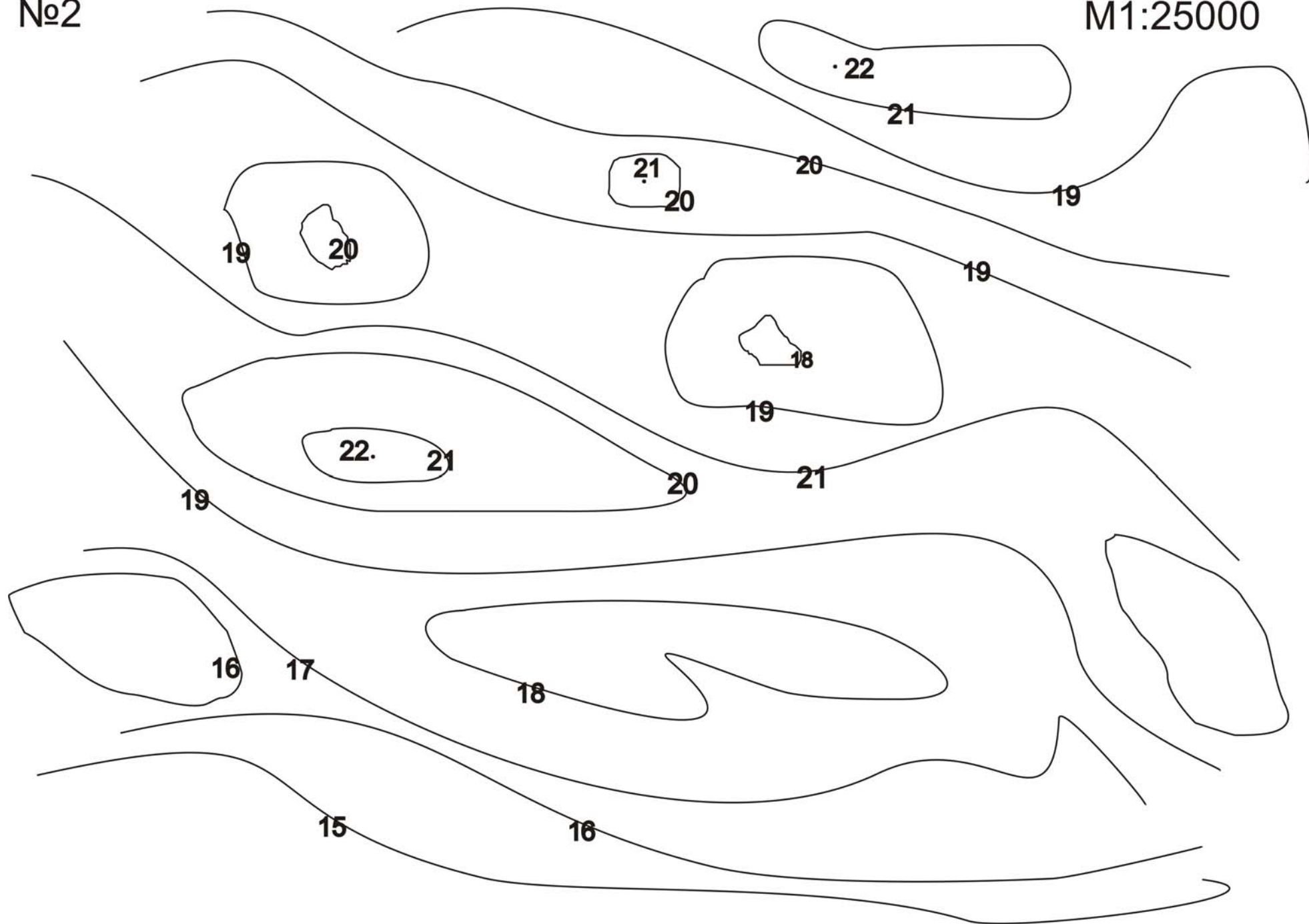
№1

M:30000



No2

M1:25000





## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
Общие требования к оформлению курсового проекта	4
Примерный план и краткое описание глав курсового проекта	5
Исходные данные для курсового проектирования.....	5
1. Природные условия района строительства.....	5
2. Выбор типовых сечений канала.....	5
2.1 Разбивка канала на характерные участки.....	5
2.2. Выбор типовых сечений.....	8
3. Производство строительных работ на канале.....	9
3.1. Объемы земляных работ.....	9
3.2. Баланс грунтовых масс.....	18
3.3. Составление технологических карт.....	18
3.4. Комплектование машин.....	21
3.5. Схемы производства земляных работ.....	21
3.6. Облицовка канала.....	21
3.7. Определение потребности в горюче-смазочных материалах.....	24
4. Техника безопасности и охрана окружающей среды.....	25
Список литературы.....	26
Приложения.....	27

