

Лабораторная работа № 1. ПРОФИЛЬНЫЕ ОБЪЕМЫ ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ

Цель работы: изучить методику расчета профильных объемов земляных работ и сооружений.

Задачи:

- определить профильный объем выемки грунта при устройстве проектного канала;
- рассчитать средневзвешенные проектные параметры мелиоративного канала;
- определить профильные средневзвешенные объемы выемки грунта из русла канала.

Общие положения. Подсчет объемов земляных работ выполняется в процессе проектирования и при производстве работ.

Земляное сооружение (выемка или насыпь) можно представить в виде геометрического тела, объем которого подсчитывается по известным правилам геометрии. Формулы для подсчета характерных земляных сооружений приводятся в справочниках по земляным работам. При обсчете объема земляного сооружения сложной конфигурации прибегают к его членению на простые геометрические фигуры и суммированию их объемов либо пользуются приближенными методами подсчетов.

В практике приходится главным образом рассчитывать объемы линейно-протяженных сооружений (траншей), каналов, котлованов и др.

Для определения объемов каждого вида земляных работ существуют различные методы и расчетные формулы. Целесообразность метода расчета выбирается в каждом конкретном случае с учетом рельефа местности, размеров, конфигурации и других особенностей сооружений, способов производства работ, а также исходя из требуемой точности подсчетов.

При производстве и подсчете объемов работ необходимо иметь следующие исходные данные:

- проектную отметку дна канала или земляного сооружения;
- фактические отметки поверхности земли по проектной трассе до начала производства работ;
- проектный уклон дна канала;
- проектные параметры канала.

Подсчитывая объемы земляных работ при устройстве каналов, траншей и котлованов, необходимо правильно определить их размеры.

Объем протяженных земляных сооружений подсчитывается приближенным методом поперечных профилей, основанном на делении сооружения в характерных точках перелома продольного профиля или на пикетах. По площади поперечных сечений и расстоянию между ними определяются частные объемы каждого отрезка, которые затем суммируются.

При производстве подсчетов объемов земляных работ при устройстве каналов, траншей и котлованов необходимо правильно определить их размеры в зависимости от условий производства работ. При разработке канала необходимо знать ширину по дну, коэффициент заложения откоса, длину и уклон; для устройства траншей – ширину дна траншеи и длину.

Общий объем земляных работ при устройстве канала определяется как сумма всех частных объемов.

Для решения задач необходимо выполнить приведенные ниже действия.

По полученным исходным данным построить продольный профиль и нанести все известные отметки.

Определить проектную отметку дна канала в каждой точке продольного профиля по формуле

$$D_{ki} = D_{ki} + I_{пр} l_{i-j}, \text{ м},$$

где D_{ki} – отметка дна канала в i -й точке профиля, м;

$I_{пр}$ – проектный уклон канала в i -й точке профиля;

l_{i-j} – расстояние между i -й и j -й точками профиля, м;

i, j – номера точек на продольном профиле.

Определить фактическую глубину канала в каждой продольной точке профиля по формуле

$$H_i = ПЗ_i - D_{ki}, \text{ м},$$

где $ПЗ_i$ – отметка поверхности земли в i -й точке профиля, м;

D_{ki} – отметка дна канала в i -й точке профиля, м.

Вычислить для каждой точки продольного профиля площадь поперечного сечения канала по формуле

$$\omega_i = (b + mH_i) H_i, \text{ м}^2,$$

где b – ширина по дну, м;

H_i – средняя глубина канала в i -й точке профиля, м;
 m – коэффициент заложения откосов.

Рассчитать среднеарифметическую площадь поперечного сечения канала между смежными точками профиля по формуле

$$\omega_{i-j}^{\bar{n}\bar{d}} = \frac{\omega_i + \omega_j}{2}, \text{ м}^2.$$

Найти профильный объем выемки грунта между смежными точками продольного профиля по формуле

$$W_{i-j} = \omega_{i-j}^{\bar{n}\bar{d}} \cdot l_{i-j}, \text{ м}^3,$$

где $\omega_{i-j}^{\bar{n}\bar{d}}$ – среднеарифметическая площадь поперечного сечения канала между i -й и j -й точками профиля, м^2 ;
 l_{i-j} – расстояние между i -й и j -й точками профиля, м.

Результаты расчета записывают в табл. 1.

Таблица 1. Расчет профильных объемов земляных работ по устройству мелиоративного канала согласно выданному варианту

Номера точек продольного профиля	Отметки поверхности земли, м	Расстояние между точками, м	Отметка дна канала, м	Глубина канала, м	Площадь поперечного сечения, м^2	Средняя площадь, м^2	Профильный объем выемки, м^3
1	2	3	4	5	6	7	8

Определить средневзвешенное значение площади канала по формуле

$$\omega_{cp}^{кан} = \frac{\sum W_{np}}{\sum_{i=1}^n l_i}, \text{ м}^2,$$

где $\sum W_{np}$ – суммарный объем выемки (табл. 1, сумма значений колонки 8), м;

$\sum_{i=1}^n l_i$ – суммарная длина канала (табл. 1, сумма значений колонки 3), м.

Вычислить суммарную длину канала по формуле

$$\sum_{i=1}^n l_i = l_{1-2} + l_{2-3} + \dots + l_{i-n}.$$

Найти средневзвешенную глубину канала по формуле

$$H_{\text{ср}}^{\text{кан}} = \frac{-b + \sqrt{D}}{2 \cdot m}, \text{ м},$$

где b – ширина канала по дну, м;

m – коэффициент заложения откоса;

D – дискриминант, м².

Дискриминант определяется по формуле

$$D = b^2 + 4 \cdot m \cdot \omega_{\text{ср}}^{\text{кан}}.$$

Определить средневзвешенную ширину канала по формуле

$$B_{\text{ср}}^{\text{кан}} = b + 2 \cdot m \cdot H_{\text{ср}}^{\text{кан}}, \text{ м}.$$

Согласно заданному варианту УГВ продольные объемы грунта делятся на две части. Выше УГВ грунт находится в естественном состоянии, ниже грунт насыщен водой.

Определить мощность грунта, насыщенного водой, по формуле

$$H = H_{\text{ср}}^{\text{кан}} - УГВ, \text{ м}.$$

Согласно полученным значениям необходимо построить поперечное сечение канала.

Вычислить площадь канала для грунта в естественном состоянии и насыщенном водой:

$$\omega_1 = \omega_{\text{ср}}^{\text{кан}} - \omega_2, \text{ м}^2;$$

$$\omega_2 = (b + m \cdot H)H, \text{ м}^2.$$

Найти профильные объемы по следующим формулам:

$$W_1 = \omega_1 \cdot \sum l_i, \text{ м}^3,$$

$$W_2 = \omega_2 \cdot \sum l_i, \text{ м}^3.$$

После выполнения всех задач необходимо сделать вывод.

В выводе указать общий объем выемки, средневзвешенные параметры канала и объемы грунта в естественном состоянии и насыщенном водой.

ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ И ОФОРМЛЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ № 1

Для выполнения лабораторной работы № 1 каждому студенту индивидуально выдается вариант задания (прил. 1) и полученные данные записываются в табл. 5.

Таблица 5. Исходные данные для выполнения лабораторной работы № 1

Номер основного варианта	Варианты ПК i	Варианты ПП i	Варианты отметок дна	УГВ
101	ПК 10	ПП 4	182,7	1,2

После анализа исходных данных (табл. 5) выписывают вариант проектных параметров канала, вариант продольного профиля (прил. 1) и данные записывают в табл. 6 и 7 соответственно.

Таблица 6. Вариант проектных параметров канала

Параметры канала	ПК 10
b , м	1,3
m	1
$i_{пр}$	0,0015

Примечание: b – ширина канала по дну, м;
 m – коэффициент заложения откоса;
 $i_{пр}$ – проектный уклон канала.

Определяем профильный объем выемки грунта при устройстве проектного канала.

Таблица 7. Вариант продольного профиля

Номера точек продольного профиля	ПП 4	
	Отметки	Расстояние
1	184,9	70
2	185,6	
3	185,9	140
4	184,6	200
5	186,7	110
6	187,4	90

По полученным исходным данным необходимо построить продольный профиль и нанести все известные отметки (рис. 4).

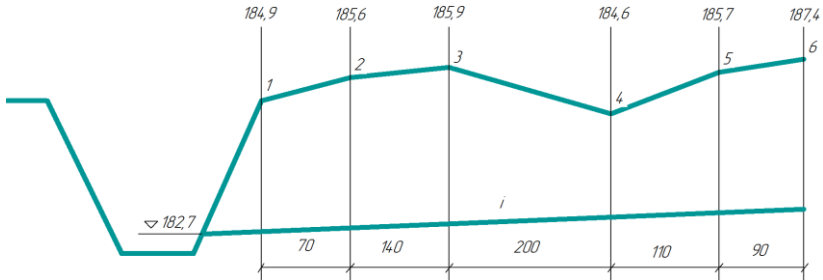


Рис. 4. Схема продольного профиля

Принимаем в точке проектную глубину начала канала, равную 182,7 м.

Определяем проектную отметку дна канала в каждой точке продольного профиля по формуле

$$D_{kj} = D_{ki} + i_{\text{пр}} l_{i-j}, \text{ м,}$$

где D_{ki} – отметка дна канала в i -й точке профиля, м;

$i_{\text{пр}}$ – проектный уклон канала в i -й точке профиля;

l_{i-j} – расстояние между i -й и j -й точками профиля, м;

$$D_{к1} = 182,7 \text{ м};$$

$$D_{к2} = D_{к1} + I_{пр} l_{1-2} = 182,7 + 0,0015 \cdot 70 = 182,9 \text{ м};$$

$$D_{к3} = D_{к2} + I_{пр} l_{2-3} = 182,9 + 0,0015 \cdot 140 = 183,1 \text{ м}.$$

Остальные расчеты ведут аналогично, и результаты записывают в табл. 8.

Определяем фактическую глубину канала в каждой продольной точке профиля по формуле

$$H_i = ПЗ_i - D_{ki}, \text{ м},$$

где $ПЗ_i$ – отметка поверхности земли в i -й точке профиля, м;

D_{ki} – отметка дна канала в i -й точке профиля, м;

$$H_1 = 184,9 - 182,7 = 2,2 \text{ м};$$

$$H_2 = 185,6 - 182,9 = 2,7 \text{ м}.$$

Остальные расчеты ведутся аналогично, и результаты записываем в табл. 5.

Вычисляем для каждой точки продольного профиля площадь поперечного сечения канала по формуле

$$\omega_i = (b + mH_i) H_i, \text{ м}^2,$$

где b – ширина по дну;

m – коэффициент заложения откосов (табл. 6);

H_i – средняя глубина канала в i -й точке профиля, м;

$$\omega_1 = (1,3 + 1 \cdot 2,2)2,2 = 7,7 \text{ м}^2;$$

$$\omega_2 = (1,3 + 1 \cdot 2,7)2,7 = 10,8 \text{ м}^2.$$

Остальные расчеты ведут аналогично, и результаты записывают в табл. 5.

Определяем среднеарифметическую площадь поперечного сечения канала между смежными точками профиля по формулам:

$$\omega_{i-j}^{\bar{n}\delta} = \frac{\omega_i + \omega_j}{2}, \text{ м}^2;$$

$$\omega_{1-2}^{\bar{n}\delta} = \frac{7,7 + 10,8}{2} = 9,25 \text{ м}^2;$$

$$\omega_{2-3}^{\bar{n}\delta} = \frac{10,8 + 11,48}{2} = 11,14 \text{ м}^2.$$

Остальные расчеты ведут аналогично, и результаты записывают в табл. 8.

Определяем профильный объем выемки грунта между смежными точками продольного профиля по формуле

$$W_{i-j} = \omega_{i-j}^{cp} \cdot l_{i-j}, \text{ м}^3,$$

где $\omega_{i-j}^{\bar{n}\delta}$ – среднеарифметическая площадь поперечного сечения канала между i -й и j -й точками профиля;

l_{i-j} – расстояние между i -й и j -й точками профиля;

$$W_{1-2} = 9,25 \cdot 70 = 647,5, \text{ м}^3;$$

$$W_{2-3} = 7,24 \cdot 140 = 1559,6, \text{ м}^3.$$

Остальные расчеты ведут аналогично, и результаты записывают в табл. 8.

Из табл. 8 видно, что поперечный объем выемки составляет 5903,9 м³.

Рассчитываем средневзвешенные проектные параметры мелиоративного канала.

Вычисляем средневзвешенное значение площади канала по формуле

$$\omega_{cp}^{кан} = \frac{\sum W_{np}}{\sum_{i=1}^n l_i}, \text{ м}^2,$$

где $\sum W_{np}$ – суммарный объем выемки (табл. 8);

$\sum_{i=1}^n l_i$ – суммарная длина канала.

Таблица 8. Расчет профильных объемов земляных работ по устройству мелиоративного канала согласно выданному варианту

Номера точек продольного профиля	Отметки поверхности земли, м	Расстояние между точками, м	Отметка дна канала, м	Глубина канала, м	Площадь поперечного сечения, м ²	Средняя площадь, м ²	Поперечный объем выемки, м ³
1	184,9		182,7	2,2	7,7		
		70				9,25	647,5
2	185,6		182,9	2,7	10,8		
		140				7,24	1559,6
3	185,9		183,1	2,8	11,48		
		200				11,14	1448
4	184,6		183,4	1,2	3		
		110				7,95	874,5
5	186,7		183,7	3	12,9		
		90				15,27	1374,3
6	187,4		183,8	3,6	17,64		
Итого		610					5903,9

Определяем суммарную длину канала по формуле

$$\sum_{i=1}^n l_i = l_{1-2} + l_{2-3} + \dots + l_{i-n},$$

$$\sum l = 70 + 140 + 200 + 110 + 90 = 610 \text{ м.}$$

Вычисляем средневзвешенную глубину канала по формуле

$$H_{cp}^{кан} = \frac{-b + \sqrt{D}}{2 \cdot m}, \text{ м,}$$

где b – ширина канала по дну, м;

D – дискриминант;

m – коэффициент заложения откоса.

Дискриминант определяется по следующим формулам:

$$D = b^2 + 4 \cdot m \cdot \omega_{cp}^{кан};$$

$$D = 1,3^2 + 4 \cdot 1 \cdot 9,68 = 40,41;$$

$$H_{cp}^{кан} = \frac{-1,3 + \sqrt{40,41}}{2 \cdot 1} = 2,528 \text{ м.}$$

Находим средневзвешенную ширину канала по формуле

$$B_{cp}^{кан} = b + 2 \cdot m \cdot H_{cp}^{кан}, \text{ м;}$$

$$B_{cp}^{кан} = 1,3 + 2 \cdot 1 \cdot 2,528 = 6,36, \text{ м.}$$

Определяем профильные средневзвешенные объемы выемки грунта из русла канала.

Согласно заданному варианту УГВ = 1,2 м продольные объемы грунта делятся на две части. Выше УГВ грунт находится в естественном состоянии, ниже грунт насыщен водой.

Определяем глубину грунта, насыщенного водой, по формуле

$$H = H_{cp}^{кан} - \text{УГВ}, \text{ м;}$$

$$H = 2,528 - 1,2 = 1,328 \text{ м.}$$

Согласно полученным значениям необходимо построить поперечное сечение канала (рис. 5).

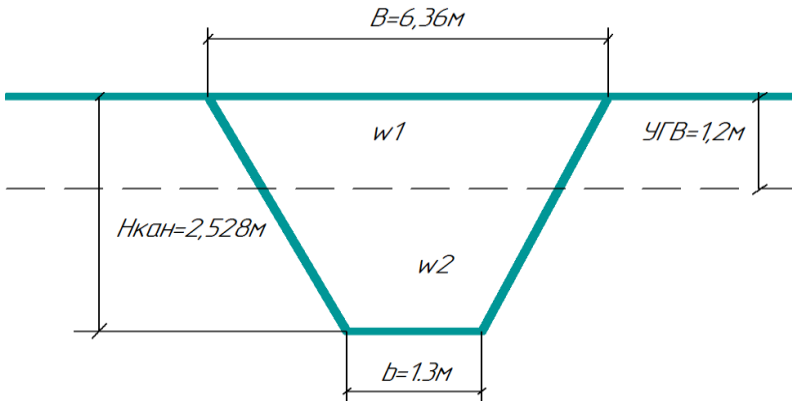


Рис. 5. Средневзвешенное поперечное сечение канала:
 ω_1 – площадь канала с грунтом естественной влажности;
 ω_2 – площадь канала с грунтом насыщенным водой

Определяем площадь канала для грунта в естественном состоянии и насыщенным водой по следующим формулам:

$$\omega_1 = \omega_{cp}^{кан} - \omega_2, \text{ м}^2;$$

$$\omega_2 = (b + m \cdot H)H, \text{ м}^2;$$

$$\omega_1 = 9,68 - 3,49 = 6,19, \text{ м}^2;$$

$$\omega_2 = (1,3 + 1 \cdot 1,328)1,328 = 3,49, \text{ м}^2.$$

Вычисляем профильные объемы по следующим формулам:

$$W_1 = \omega_1 \cdot \sum l_i, \text{ м}^3;$$

$$W_2 = \omega_2 \cdot \sum l_i, \text{ м}^3;$$

$$W_1 = 6,19 \cdot 610 = 3775,9, \text{ м}^3;$$

$$W_2 = 3,49 \cdot 610 = 2128,9, \text{ м}^3.$$