

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ  
ХАРЬКОВСКАЯ НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ  
ГОРОДСКОГО ХОЗЯЙСТВА**

**В.Г. Таранов, А.А. Набока**

Методические указания и исходные данные  
к выполнению курсовой работы (РГЗ) по дисциплине

***“Механика грунтов, основания и фундаменты”***

(для студентов 3 курса всех форм обучения направления подготовки  
6.060103 Гидротехника (Водные ресурсы))

**Харьков ХНАГХ 2010**

Методические указания и исходные данные к выполнению курсовой работы (РГЗ) по дисциплине “Механика грунтов, основания и фундаменты” (для студентов 3 курса всех форм обучения направления подготовки 6.060103 Гидротехника (Водные ресурсы)) / Сост.: В.Г. Таранов, А.А. Набока – Харьк. нац. акад. город. хоз-ва. Харьков: 2010 - 50 с.

Составители В.Г. Таранов

А.А. Набока

Рецензент: гл. спец. «Энергопроект» Я.Л. Кранцфельд

Рекомендовано кафедрой механики грунтов, фундаментов и инженерной геологии

Протокол № 3 от ноября 2009г.

## Содержание

1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ.....	4
2. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ.....	4
2.1. Инженерно геологические условия.....	4
2.2. Типы фундаментов.....	4
2.3. Варианты заданий и данные для расчета.....	5
3. ЭТАПЫ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ.....	5
3.1. Построение литологической колонки.....	5
3.2. Определение физико-механических характеристик грунтов....	6
3.3. Определение ширины подошвы фундамента.....	8
3.4. Расчет осадки (этапы расчета).....	9
Приложение А.....	12
Приложение Б.....	38
Приложение В.....	39
Приложение Г.....	44
Литература.....	49

## 1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

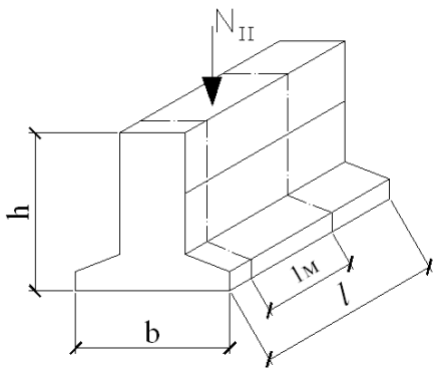
В результате выполнения расчетно-графической работы должны быть решены следующие задачи:

- построена литологическая колонка;
- определены по таблицам [1] или Приложения В величины прочностных и деформативных характеристик несущего слоя грунта;
- определена глубина заложения, размеры и площадь подошвы фундамента;
- построены эпюры давлений в грунте и вычислена осадки фундамента;

## 2. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

**2.1.** Инженерно геологические условия приведены в Приложении А.

### 2.2. Типы фундаментов



I – ленточный железобетонный сборный  
(рис. 2.1):

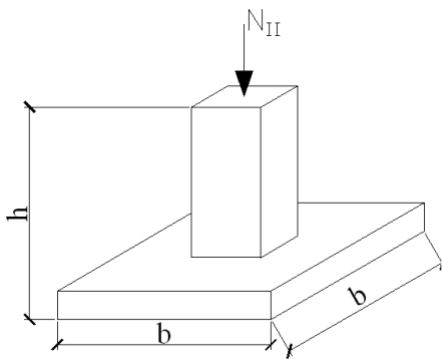
$b$  – ширина подошвы фундамента;

$l = 1 \text{ м}$  – длина фундамента;

$h$  – высота фундамента;

$A = b \cdot 1 = b, \text{ м}^2$  – площадь подошвы фун-

дамента.



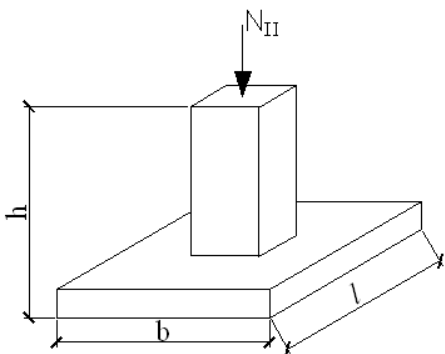
II – отдельный квадратный железобетонный монолитный (рис. 2.2):

$b$  – ширина подошвы фундамента;

$l$  – длина фундамента;

$$b = l$$

$$A = b^2, \text{ м}^2;$$



III – отдельностоящий прямоугольный железобетонный монолитный (рис. 2.3)

$b$  – ширина подошвы фундамента;

$l$  – длина фундамента

$$l/b = \eta = 1,4 \text{ м};$$

$$A = b \cdot l, \text{ м}^2;$$

Вертикальная нагрузка  $N_{II}$  приложена ко всем фундаментам центрально.

### 2.3. Варианты заданий и данные для расчета приведены в Приложении Б

## 3. ЭТАПЫ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Графическая часть работы: литологическая колонка, эпюры давлений в грунте; расчетная часть - на бумаге того же формата.

### 3.1. Построение литологической колонки

По данным подразд. 2.1 на миллиметровке формата А4 строят литологическую колонку (вертикальный масштаб М 1:100 при ширине колонки 50-70 мм).

### 3.2 Определение физико-механических характеристик грунтов

Физические характеристики определяют по следующим формулам:

$$\text{Удельный вес сухого грунта, } \gamma_d = \frac{\gamma}{1+w}, \text{ кН/м}^3$$

$$\text{Коэффициент пористости, } e = \frac{\gamma_s}{\gamma_d} - 1 \text{ от.ед.}$$

$$\text{Удельный вес грунта взвешенного в воде, } \gamma_{sb} = \frac{\gamma_s - \gamma_w}{1+e}, \text{ кН/м}^3$$

$$\text{Число пластичности, } I_p = w_l - w_p, \text{ от.ед.}$$

$$\text{Показатель текучести, } I_l = \frac{w - w_p}{I_p} \text{ от.ед}$$

$$\text{Степень влажности, } S_r = \frac{w \cdot \gamma_s}{e \cdot \gamma_w} \text{ от. ед.}$$

где  $\gamma_w$  - удельный вес воды, равный  $10 \text{ кН/м}^3$ .

На основании полученных данных по [1] или таблицам Приложения В определяют значения механических характеристик: угла внутреннего трения  $\varphi_{II}$ , удельного сцепления  $C_{II}$ , расчетного сопротивления грунта  $R_0$ , модуля деформации грунта  $E_0$ .

Полученные данные заносятся в таблицу примет которой см. табл. 1

ИГЭ-1	1	№ инжен.-геол. элемента
	2	Наименование элемента
	3	Влажность природная, $w$ , от.ед.
	4	Влажность на границе пластичности, $w_p$ , от.ед.
	5	Влажность на границе текучести, $w_{pl}$ , от.ед.
	6	Число пластичности $I_p$ , от.ед.
	7	Показатель текучести $I_l$
	8	Удельный вес грунта $\gamma$ , кН/м <sup>3</sup>
	9	Удельный вес частиц грунта $\gamma_s$ , кН/м <sup>3</sup>
	10	Удельный вес сухого грунта $\gamma_d$ , кН/м <sup>3</sup>
	11	Коэффициент пористости $e$
	12	Степень влажности $S_r$
	13	Угол внутреннего трения, $\varphi$ , градусы
	14	Удельное сцепление $c$ , кПа
	15	Модуль деформации $E$ , МПа
	16	Условное расчетное сопротивление $R_0$ , кПа

### 3.3. Определение ширины подошвы фундамента

3.3.1. Производят предварительное определение ширины подошвы фундамента

$$b = \frac{N_{0П}}{R_0 - \gamma_{mt} \cdot d} - \text{фундамент ленточный}; \quad (3.1)$$

$$b = \sqrt{\frac{N_{0П}}{R_0 - \gamma_{mt} \cdot d}} - \text{фундамент квадратный}; \quad (3.2)$$

$$b = \sqrt{\frac{N_{0П}}{(R_0 - \gamma_{mt} \cdot d) \cdot \eta}} - \text{фундамент прямоугольный}; \quad (3.3)$$

где  $\gamma_{mt} = 20 \text{ кН/м}^3$  – средневзвешенное значение удельного веса фундамента и грунта на его уступах.

3.3.2. Зная величины  $b$  и  $d$ , а также расчетные характеристики грунтов, вычисляют значение расчетного сопротивления основания с учетом прочностных характеристик грунтов для безподвальных зданий

$$R = \frac{\gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2}}{k} \cdot [M_{\gamma} K_z b \gamma_{II} + M_{gd} \gamma'_{II} + M_c C_{II}] \quad (3.4)$$

$M_{\gamma}, M_q, M_c$  - определяются по табл. В.4;

$$\gamma_{II} = \frac{\sum \gamma_i h_i}{\sum h_i} - \text{осредненное значение удельного веса грунтов, залегающих}$$

ниже подошвы фундамента

При вычислениях по (3.4) значения  $\varphi_{II}$  и  $C_{II}$  берутся для грунта несущего слоя,  $k = 1,1$ ;  $k_z = 1$ ;  $\gamma'_{II} = \gamma_{II}$ ;  $\gamma_{c1} = 1$ ;  $\gamma_{c2} = 1$

3.3.3. Полученную величину  $R$  подставляют в одну из формул (3.1), (3.2) или (3.3) и вновь определяют ширину подошвы фундамента  $b$ . Операция подбора  $b$  может повторяться несколько раз (метод последовательных приближений) и считается законченной, если выполняется условие

$$|b_n - b_{n+1}| \leq 0,1 \text{ м} \quad (3.5)$$



3.3.4. Ширина подошвы сборного ленточного фундамента (тип I) принимается  $b = 800 \div 3200$  мм (с шагом через 200 мм), для монолитных фундамента (тип II и III)  $b = b_{расч.}$  (с округлением до 0,1 м в большую сторону).

3.3.5. Производят проверку условий

$$P \leq R, \quad (3.6)$$

где  $P = \frac{N_{0II}}{A}$  - среднее давление грунта по подошве фундамента.

Если указанное условие не выполняется, площадь подошвы увеличивают на 15-20 %.

### 3.4. Расчет осадки (этапы расчета)

По методу послойного суммирования выполняют расчет деформации основания.

**Этап 1.** В нижней половине миллиметровой бумаги формата А4 воспроизводят контур геологической колонки с разделяющими слои грунтов границами, на которой (по оси колонки в выбранном ранее масштабе) размещают фундамент с размерами  $b$  и  $d$ .

**Этап 2.** По формуле (3.7) определяют ординаты  $\sigma_{zg}$  эпюры вертикальных напряжений в основании фундамента от собственного веса грунта (на отметках заложения подошвы фундамента, границы между слоями; начало эпюры в точке пересечения вертикальной оси фундамента и поверхности грунта), которые откладывают в некотором масштабе (1мм - 5 или 10 кПа) слева от оси фундамента.

$$\sigma_{zg} = \gamma'_{II} d + \sum_{i=1}^n \gamma_i h_i, \quad (3.7)$$

где  $\gamma_i h_i$  - соответственно удельный вес и толщина  $i$ -го слоя грунта.

**Этап 3.** Основание фундамента, начиная от его подошвы, разбивают на элементарные слои толщиной  $\bar{h} = 0,2$  м, если  $b \leq 2$  м и  $\bar{h} = 0,4$  м, если  $b > 2$  м

**Этап 4.** Определяют дополнительное вертикальное давление на основание

$$P_0 = P - \sigma_{zg0},$$

где

$P$  - среднее давление под подошвой фундамента;

$\sigma_{zg0} = \gamma'_{II} d$  - вертикальное напряжение от собственного веса грунта на уровне подошвы фундамента.

**Этап 5.** Дополнительные вертикальные напряжения  $\sigma_{zp}$  на границе каждого элементарного слоя определяют по формуле

$$\sigma_{zp} = \alpha \cdot p_0, \quad (3.8)$$

где  $\alpha$  - коэффициент уменьшения напряжений с глубиной, определяется по табл.В.5. в зависимости от параметров  $\xi = \frac{2z}{b}$  и  $\eta = \frac{l}{b}$ , где  $Z = \sum_0^n \bar{h}$  - глубина от подошвы фундамента;  $\eta = 1$  для фундамента типа II,  $\eta = 1,4$  для фундамента типа III, для фундамента типа I значения  $\eta$  приведены в правом крайнем столбце таблицы;

**Этап 6.** По полученным значениям  $\sigma_{zp}$  справа от оси фундамента строят эпюру дополнительных вертикальных напряжений в грунте.

**Этап 7.** Нижнюю границу снижаемой толщи основания находят на глубине  $H_c$ , где выполняется условие.

$$\sigma_{zp} = 0,2\sigma_{zg} \quad (3.9)$$

Для установления глубины  $H_c$  ординаты эпюры  $\sigma_{zg}$  уменьшают в пять раз и полученные значения откладывают справа от вертикальной оси фундамента; точка пересечения эпюр  $\sigma_{zp}$  и  $0,2\sigma_{zg}$  дает глубину  $H_c$ , ниже которой деформация основания мала и не влияет на общую осадку фундамента.

**Этап 8.** Осадку основания  $S$  определяют методом послойного суммирования до глубины  $H_c$  по формуле

$$S = \beta \sum_{i=1}^n \frac{\bar{\sigma}_{z_{p_i}} \cdot \bar{h}}{E_i}, \quad (3.10)$$

где  $\beta = 0,8$  - безразмерный коэффициент;

$n$  - число слоев, на которое разбита сжимаемая толщина основания;

$\bar{\sigma}_{z_{p_i}} = \frac{\sigma_{z_{p_i}} + \sigma_{z_{p_i}}}{2}$  - среднее значение дополнительного напряжения в  $i$ -м элемен-

тарном слое;

$\bar{h}$  и  $E_i$  соответственно толщина и модуль деформации  $i$ -го элементарного слоя грунта.

3.3.7. Расчет осадки заканчивают, если выполняется условие

$$S \leq S_u, \quad (3.11)$$

где  $S$  - расчетная осадка;

$S_u = 8$  см - осадка допускаемая [1].

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Вариант 1

1	2	3	4	←NN скважин						
212,39	212,63	212,68	212,70	←Абсолютн. отметки устьев						
Мощность горизонта (слоя)грунта				гли NN	Литологическая характеристика	$\rho$ т/м <sup>3</sup>	$\rho_{\Sigma}$ т/м <sup>3</sup>	w от.ед.	w <sub>L</sub> от.ед.	w <sub>p</sub> от.ед.
0,90	0,80	0,70	0,70	I	Почва серая, супесчаная, слабо гумусированная, маловлажная.	1,63	2,61	0,09		
2,70	3,70	4,30	2,20	II	Супесь желто-бурая с кристаллами гипса, и примазками кальцита, очень влажная, макропористая.	1,90	2,69	0,11	0,19	0,13
2,90	2,8	2,7	2,40	III	Суглинок желто-бурый, водонасыщенный.	1,89	2,70	0,18	0,27	0,14
2,30	2,50	2,50	2,50	IV	Супесь желто-бурая, водонасыщенная.	1,89	2,69	0,18	0,18	0,14
4,90	4,20	4,20	4,00	V	Суглинок желто- бурый, с прослойками мелкого песка, водонасыщенный.	2,04	2,68	0,22	0,27	0,15
4,10	3,90	3,70	3,85	VI	Песок серо –зеленый, гравелистый местами переходит в мелкозернистый водонасыщенный.	2,25	2,67			

1	2	3	4	←-NN скважин						
212,39	212,63	212,68	212,70	←-Абсолютн. отметки устьев						
Мощность горизонта (слоя)грунта				NN или NN	Литологическая характеристика	$\rho$ т/м <sup>3</sup>	$\rho_{\Sigma}$ т/м <sup>3</sup>	w от.ед.	w <sub>L</sub> от.ед.	w <sub>p</sub> от.ед.
0,70	0,90	1.10	0,80	I	Почва серая, супесчаная, слабо гумусированная, маловлажная.	1,63	2,61	0,09		
2,70	3,70	4,30	2,20	II	Супесь желто-бурая с кристаллами гипса, и примазками кальцита, очень влажная, макропористая.	1,93	2,67	0,12	0,194	0,13
4,08	4,32	4,25	4,35	III	Суглинок желто-бурый, водонасыщенный.	2,00	2,74	0,20	0,27	0,15
2,50	2,00	2,20	2,10	IV	Супесь желто-бурая, водонасыщенная.	1,80	2,71	0,19	0,19	0,13
2,70	3,00	3,20	3,30	V	Суглинок желто- бурый, с прослойками мелкого песка, водонасыщенный.	2,04	2,68	0,22	0,27	0,15
4,10	3,90	3,70	3,85	VI	Песок серо –зеленый, гравелистый местами переходит в мелкозернистый водонасыщенный.	2,25	2,67	0,07		

1	2	3	4	←NN скважин						
212,39	212,63	212,68	212,70	←Абсолютн. отметки устьев						
Мощность горизонта (слоя)грунта				ЭЛИ NN	Литологическая характеристика	$\rho$ т/м <sup>3</sup>	$\rho_{\Sigma}$ т/м <sup>3</sup>	w от.ед.	w <sub>L</sub> от.ед.	w <sub>p</sub> от.ед.
0,90	0,80	0,70	0,70	I	Почва серая, супесчаная, слабо гумусированная, маловлажная.	1,63	2,61	0,09		
2,20	2,50	2,40	2,10	II	Супесь желто- бурая с кристаллами гипса, и примазками кальцита, очень влажная, макропористая.	1,88	2,66	0,09	0,185	0,12
1,70	1,60	1,40	1,30	III	Суглинок желто-бурый, водонасыщенный.	1,95	2,73	0,19	0,26	0,14
1,80	1,60	1,70	1,40	IV	Супесь желто-бурая, водонасыщенная.	1,92	2,68	0,17	0,18	0,14
1,90	1,90	1,90	2,00	V	Суглинок желто- бурый, с прослойками мелкого песка, водонасыщенный.	2,01	2,72	0,23	0,27	0,14
14,0	13,4	13,7	13,75	VI	Песок серо –зеленый, гравелистый местами переходит в мелкозернистый водонасыщенный.	2,25	2,67	0,08		

Вариант 3

1	2	3	4	←NN скважин						
105,02	101,73	105,63	105,21	←Абсолютн. отметки устьев						
Мощность горизонта (слоя)				ЭЛИ NN	Литологическая характеристика	$\rho$ т/м <sup>3</sup>	$\rho_{\Sigma}$ т/м <sup>3</sup>	w от.ед.	w <sub>L</sub> от.ед.	w <sub>p</sub> от.ед.
0,90	1,00	1,10	0,80	I	Насыпной слой-смесь песка с черно-земом и мусором, влажный.	1,82	2,62	0,110		
2,10	1,80	1,70	2,00	II	Супесь серовато-бурая мелкозернистая, мокрая средней плотности.	0,93	2,71	0,168	0,220	0,160
0,90	0,60	0,80	0,20	III	Суглинок зеленоватого цвета с ржаво-желтыми пятнами, влажный.	1,80	2,69	0,300	0,340	0,194
1,80	1,90	2,00	2,20	IV	Супесь зеленоватого-серая, мокрая.	2,00	2,71	0,240	0,230	0,171
4,10	4,30	4,40	4,80	V	Песок глинистый желтого цвета, мелкозернистый мокрый, к низу становится светлосерым (мокрый)	1,97	2,66	0,14		
8,00	4,00	5,20	5,50	VI	Глина зеленоватого-серая плотная, влажная.	1,90	2,71	0,27	0,43	0,18

1	2	3	4	←NN скважин						
105,02	101,73	105,63	105,21	←Абсолютн. отметки устьев						
Мощность горизонта (слоя)				г/л г/л	Литологическая характеристика	$\rho$ т/м <sup>3</sup>	$\rho_{\Sigma}$ т/м <sup>3</sup>	w от.ед.	w <sub>L</sub> от.ед.	w <sub>p</sub> от.ед.
1,80	1,40	1,30	1,50	I	Насыпной слой-смесь песка с черноземом и мусором, влажный.	1,60	2,62	0,110		
1,20	1,40	1,60	1,30	II	Супесь серовато-бурая мелкозернистая, мокрая средней плотности.	1,98	2,70	0,159	0,221	0,153
2,20	2,00	1,80	1,70	III	Суглинок зеленоватого цвета с ржаво-желтыми пятнами, влажный.	1,85	2,71	0,340	0,321	0,180
2,20	1,80	1,70	1,60	IX	Супесь зеленовато-серая, мокрая.	1,96	2,75	0,230	0,228	0,168
4,70	4,80	4,90	5,10	X	Песок глинистый желтого цвета, мелкозернистый мокрый, книзу становится светлосерым (мокрый)	1,93	2,67	0,17		
10,0	3,80	4,20	5,80	XI	Глина зеленовато-серая плотная, влажная.	1,71	2,68	0,28	0,44	0,19

Вариант 5



1	2	3	4	←NN скважин						
105,02	101,73	105,63	105,21	←Абсолютн. отметки устьев						
Мощность горизонта (слоя)				€ L N N	Литологическая характеристика	$\rho$ т/м <sup>3</sup>	$\rho_{\Sigma}$ т/м <sup>3</sup>	w от.ед.	w <sub>L</sub> от.ед.	w <sub>p</sub> от.ед.
0,10	0,30	0,20	0,15	I	Насыпной слой-смесь песка с черноземом и мусором, влажный.	1,91				
0,90	1,10	1,50	1,20	II	Супесь серовато-бурая мелкозернистая, мокрая средней плотности.	2,00	2,67	0,154	0,216	0,150
2,10	1,50	1,60	1,80	III	Суглинок зеленоватого цвета с ржаво-желтыми пятнами, влажный.	1,90	2,68	0,310	0,330	0,190
1,20	1,00	0,90	1,10	IX	Супесь зеленовато-серая, мокрая.	2,03	2,72	0,210	0,225	0,166
3,90	4,70	4,20	4,10	X	Песок глинистый желтого цвета, мелкозернистый мокрый, книзу становится светлосерым (мокрый)	1,97	2,66	0,13		
10,0	3,80	4,20	5,80	XI	Глина зеленовато-серая плотная, влажная.	1,80	2,72	0,21	0,42	0,18

1	2	3	4	←NN скважин						
92,64	91,91	92,89	93,16	←Абсолютн. отметки устьев						
Мощность горизонта (слоя)грунта .				г/л NN	Литологическая характеристика	$\rho$ т/м <sup>3</sup>	$\rho_{\Sigma}$ т/м <sup>3</sup>	w от.ед.	w <sub>L</sub> от.ед.	w <sub>p</sub> от.ед.
1,10	0,90	0,85	0,90	I	Почвенный слой –песок мелкий тем-но-бурый с гумусом.	1,71				
2,20	2,35	2,40	2,70	II	Песок с крупный светло-желтый переслаивающийся с бурым.	1,59	2,61	0,004		
5,0	5,2	5,1	5,0	III	Супесь красно –бурая влажная.	1,81	2,65	0,13	0,19	0,13
2,00	1,80	1,70	1,50	IV	Песок мелкий желтый с прослойками красновато, бурого песка, влажный.	1,82	2,65	0,093		
1,40	1,50	1,30	1,00	V	Супесь серовато –желтая с прослойками желтого песка.	0,90	2,74	0,10	0,20	0,14
8,0	8,10	8,20	8,80	VI	Супесь серая, влажная.	1,86	2,70	0,17	0,19	0,13
7,0	7,2	7,2	7,8	VII	Песок желтый плотный, мокрый.	1,78	2,10	0,15		
10,0	10,1	10,1	10,2	VIII	Суглинок серый слоистый, влажный, плотный.	1,88	2,71	0,20	0,31	0,18

1	2	3	4	←NN скважин		Вариант 8				
92,64	91,91	92,89	93,16	←Абсолютн. отметки устьев						
Мощность горизонта (слоя)грунта .				ЭЛИ NN	Литологическая характеристика	$\rho$ т/м <sup>3</sup>	$\rho_{\Sigma}$ т/м <sup>3</sup>	w от.ед.	w <sub>L</sub> от.ед.	w <sub>p</sub> от.ед.
1,50	1,30	1,00	0,80	I	Почвенный слой –песок мелкий темно-бурый с гумусом.	1,63				
1,20	1,40	1,70	2,10	II	Песок ср. крупный светло-желтый переслаивающийся с бурым .	1,48	2,68	0,003		
3,0	3,20	3,10	3,0	III	Супесь красно –бурая влажная.	1,79	2,69	0,17	0,20	0,3
1,10	0,80	0,70	1,00	IV	Песок мелкий желтый с прослойками красновато, бурого песка, влажный.	1,97	2,68	0,111		
4,30	0,95	1,15	1,80	V	Песок серовато-желтый.	1,51	2,65	0,13		
1,20	0,60	0,30		VI	Супесь серовато –желтая с прослойками желтого песка.	1,86	2,71	0,17	3,205	0,14
5,10	5,10	5,20	5,80	VII	Супесь серая, влажная.	1,86	2,70	0,17	0,19	0,13
5,70	5,20	5,20	5,80	VIII	Песок желтый плотный, мокрый.	1,78	2,70	0,15		
3,65	2,80	2,70	3,0	IX	Суглинок серый слоистый, влажный, плотный.	1,95	2,74	0,19	0,28	0,17
				X	Суглинок серый слоистый, влажный ,плотный.					

1	2	3	4	←-NN скважин						
92,64	91,91	92,89	93,16	←-Абсолютн. отметки устьев						
Мощность горизонта (слоя)грунта .				г/л NN	Литологическая характеристика	$\rho$ т/м <sup>3</sup>	$\rho_{\Sigma}$ т/м <sup>3</sup>	w от.ед.	w <sub>L</sub> от.ед.	w <sub>p</sub> от.ед.
0,50	0,30	0,50	0,80	I	Почвенный слой –песок мелкий темно-бурый с гумусом.	1,50	2,65	0,138		
6,20	1,40	1,70	2,10	II	Песок ср крупный светло-желтый пере-слаивающийся с бурым.	1,69	2,65	0,009		
2,2	2,1	2,0	2,0	III	Супесь красно –бурая влажная.	1,92	2,64	0,19	0,17	0,13
4,10	4,80	4,70	4,00	IV	Песок мелкий желтый с прослойками красновато, бурого песка, влажный.	1,72	2,64	0,112		
1,30	0,95	1,15	1,80	V	Песок серовато-желтый.	1,51	2,65	0,13		
3,20	3,60	3,30	3,2	VI	Супесь серовато –желтая с прослойка-ми желтого песка.	0,90	2,74	0,10	0,20	0,14
3,80	3,10	3,20	3,80	VII	Супесь серая, влажная.	1,86	2,70	0,17	0,19	0,13
3,70	3,20	3,20	3,80	VIII	Песок желтый плотный, мокрый.	1,78	2,70	0,15		
3,65	2,80	2,70	3,0	IX	Суглинок серый слоистый, влаж-ный, плотный.	1,95	2,74	0,19	0,28	0,17
				X	Суглинок серый слоистый, влажный, плотный.					

1	2	3	4	←-NN скважин						
175,30	174,26	174,73	174,91	←-Абсолютн. отметки устьев						
Мощность горизонта (слоя)грунта				NN или MN	Литологическая характеристика	$\rho$ т/м <sup>3</sup>	$\rho_{\Sigma}$ т/м <sup>3</sup>	w от.ед.	w <sub>L</sub> от.ед.	w <sub>p</sub> от.ед.
0,45	0,55	0,70	0,85	I	Почвенный слой -гумусированный суглинок (чернозем)	1,86	2,71	0,16		
3,10	3,20	3,15	3,25	II	Лессовидный светлый палево-желто-бурый суглинок, с включением карбоната, Са с трещинами Призматической отдельности.	1,85	2,70	0,16	0,25	0,17
1,30	1,20	1,10	1,20	III	Суглинок темно-бурый (ископаемая почва) плотная Слабо влажная с небольшим Содержанием гумуса.	1,77	2,78	0,17	0,30	0,16
3,10	3,15	3,40	3,30	IV	Суглинок желто-бурый, макропористый, влажный, плотный .	1,93	2,63	0,18	0,33	0,17
2,60	2,80	3,00	3,10	V	Суглинок шоколадно –бурый, плотный, с конкрециями бурого железняка .	1,97	2,71	0,17	0,35	0,20
3,20	3,10	3,30	3,20	VI	Суглинок красновато –бурый, плотный, влажный.	1,98	2,78	0,270	0,35	0,20
2,10	2,40	2,50	2,60	VII	Глина красно-бурая пятнистая, плотная, влажная.	2,08	2,75	0,29	0,44	0,16

1	2	3	4	←-NN скважин						
175,30	174,26	174,73	174,91	←-Абсолютн. отметки устьев						
Мощность горизонта (слоя)грунта				г/ли NN	Литологическая характеристика	$\rho$ т/м <sup>3</sup>	$\rho_{\Sigma}$ т/м <sup>3</sup>	w от.ед.	w <sub>L</sub> от.ед.	w <sub>p</sub> от.ед.
0,70	0,85	0,85	0,75	I	Почвенный слой -гумусированный суглинок (чернозем)	1,70		0,19		
2,90	3,00	3,20	3,00	II	Лессовидный светлый палево-желто-бурый суглинок, с включением карбоната, Са с трещинами Призматической отдельности.	1,70	2,71	0,13	0,24	0,16
0,60	0,80	0,80	0,60	III	Суглинок темно-бурый (ископаемая почва) плотная слабо влажная с небольшим содержанием гумуса.	1,84	2,66	0,14	0,27	0,15
2,80	2,90	3,0	2,90	IV	Суглинок желто-бурый, макропористый, влажный, плотный .	1,89	2,71	0,19	0,31	0,17
0,90	1,10	0,90	1,10	V	Суглинок шоколадно –бурый, плотный, с конкрециями бурого железняка.	1,90	2,70	0,15	0,35	0,19
2,70	2,90	3,00	2,70	VI	Суглинок красновато –бурый, плотный, влажный.	1,93	2,72	0,28	0,36	0,20
1,80	1,70	1,70	1,75	VII	Глина красно-бурая пятнистая, плотная, влажная.	1,95	2,74	0,33	0,43	0,21

1	2	3	4	←NN скважин						
44	45	47	98	←Абсолютн. отметки устьев						
Мощность горизонта (слоя)				гг и нн	Литологическая характеристика	$\rho$ т/м <sup>3</sup>	$\rho_{\Sigma}$ т/м <sup>3</sup>	w от.ед.	w <sub>L</sub> от.ед.	w <sub>p</sub> от.ед.
0,50	0,50	0,40	0,50	I	Почвенный слой суглинистого состава черной окраски.					
0,30	0,30	0,40	0,30	II	Суглинок гумусированный темно-бурый.					
6,40	6,50	6,50	6,500	III	Суглинок лессовидный желто-бурый.	2,71	19,9	21,3	17,9	24,9
2,70	2,60	2,60	2,60	IV	Суглинок серовато –желто-бурой окраски	2,74	1,98	24,7	25,3	24,6

1	2	3	4	←-NN скважин						
44	45	47	98	←-Абсолютн. отметки устьев						
Мощность горизонта (слоя)				гли NN	Литологическая характеристика	$\rho$ т/м <sup>3</sup>	$\rho_{\Sigma}$ т/м <sup>3</sup>	w от.ед.	w <sub>L</sub> от.ед.	w <sub>p</sub> от.ед.
0,50	0,50	0,40	0,50	I	Почвенный слой суглинистого состава черной окраски.					
0,30	0,30	0,40	0,30	II	Суглинок гумусированный темно-бурый.					
6,40	6,50	6,50	6,50	III	Суглинок лессовидный желто-бурый.	2,71	1,74	11,3	11,3	19,3
2,70	2,60	2,60	2,60	IV	Суглинок серовато –желто-бурой окраски	2,73	1,90	12,4	17,5	23,5



1	2	3	4	←NN скважин						
90,64	89,91	90,9	91,1	←Абсолютн. отметки устьев						
Мощность горизонта (слоя) грунта				г/ли NN	Литологическая характеристика	$\rho$ т/м <sup>3</sup>	$\rho_{\Sigma}$ т/м <sup>3</sup>	w от.ед.	w <sub>L</sub> от.ед.	w <sub>p</sub> от.ед.
0,70	0,50	0,60	0,90	I	Почвенно-растительный слой, гумусированный суглинок.	1,45				
3,20	3,40	3,00	3,10	II	Суглинок буровато-желтый, лессовидный, с карбонатными включениями.	1,45	2,67	0,084	0,29	45,0
4,6	4,9	4,8	4,4	III	Лесс палево-желтый, с примазками белесого карбоната.	1,52	2,67	0,052	0,29	45,7
2,90	3,10	2,80	2,70	IV	Суглинок темно-бурый макропористый с гипсом и карбонатом.	1,60	2,68	0,085	0,319	0,180
3,3	3,2	3,1	3,2	V	Лесс палево –желтый, песчанистый, сухой .	1,58	2,68	0,200	0,249	0,302
15,0	0,6	0,6	0,6	VI	Суглинок красновато-бурый макропористый.	1,82	2,68	0,200	0,351	148,9
				VII	Лессовидный палево-желтый, суглинок.	1,78	2,68	0,184	0,210	0,180

1	2	3	4	←-NN скважин						
181,10	181,30	180,90	180,70	←-Абсолютн. отметки устьев						
Мощность горизонта (слоя)грунта				ЭГП NN	Литологическая характеристика	$\rho$ т/м <sup>3</sup>	$\rho_{\Sigma}$ т/м <sup>3</sup>	w от.е д.	w <sub>L</sub> от.ед.	w <sub>p</sub> от.ед.
0,40	0,60	0,20	0,20	I	Насыпной грунт-литейные шлаки и произв. мусор. Почвенный слой	1,63				
2,80	2,70	2,60	2,90	II	Суглинок желто-бурый, макропористый с призматической отдельностью ,плотный с редкими конкрециями CaCo3	16,4	27,1	10,204	37,2	28,0
1,20	0,30	0,40	1,30	III	Суглинок светло –желтый, карбонатный макропористый, слабый	16,3	2,69	10,291	25,2	17,5
1,30	1,30	1,20	0,10	IV	Песок светло –желтый, кварцевый, средней плотности .	17,9	2,66	4,4		
1,20	1,40	1,00	1,30	V	Суглинок коричнево – бурый с конкрециями CaCo3 влажный	1,80	2,71	18,1	32,2	20,3
1,20	1,30	0,50	0,50	VI	Суглинок темно-бурый гумусированный с гнездами песка, влажный	18,9	2,72	9,8	25,8	15,1
1,50	1,30	1,0	1,40	VII	Суглинок темно –бурый с прослойками супеси и песка, плотный. Суглинок желто-серый с прослойками песка	18,9	3,71	7,6	38,2	21,2
1,10	-	-	-	VIII	Суглинок темно-бурый с гнездами песка, плотный.	1,79	2,69	14,0	37,7	20,8
					Суглинок темно-бурий с конкрециями карбоната и прослойками песка .					

1	2	3	4	←NN скважин						
105,62	101,73	105,63	105,21	←Абсолютн. отметки устьев						
Мощность горизонта (слоя)				г/л NN	Литологическая характеристика	$\rho$ т/м <sup>3</sup>	$\rho_{\Sigma}$ т/м <sup>3</sup>	w от.ед.	w <sub>L</sub> от.ед.	w <sub>p</sub> от.ед.
0,40	0,50	0,35	0,65	I	Насыпной слой – смесь песка с черноземом и мусором, влажный .	1,70				
3,20	3,80	3,70	3,10	II	Супесь серовато-бурая мелкозернистая, мокрая, средней плотности.	2,05	2,65	0,250	0,240	0,200
2,30	2,00	2,60	2,50	III	Суглинок зеленоватого цвета с ржаво-желтыми пятнами, влажный	1,85	2,72	0,293	0,330	0,086
4,30	4,00	4,10	3,90	IV	Супесь зеленовато-серая, мокрая.	2,03	2,72	0,230	0,290	0,210
3,90	4,70	4,20	4,10	V	Песок пылевато-глинистый желтого цвета, мелкозернистый мокрый ,книзу становится светло-серым.	1,97	2,66	0,159		
10,0	3,80	4,20	5,80	VI	Глина зеленовато-серая, плотная влажная.	1,71	2,68	0,323	0,380	0,270

1	2	3	4	←NN скважин						
105,62	101,73	105,63	105,21	←Абсолютн. отметки устьев						
Мощность горизонта (слоя)				г/л г/л	Литологическая характеристика	$\rho$ т/м <sup>3</sup>	$\rho_{\Sigma}$ т/м <sup>3</sup>	w от.ед.	w <sub>L</sub> от.ед.	w <sub>p</sub> от.ед.
1,00	0,90	0,80	0,90	I	Черноземная супесчаная почва.	1,6	2,58	0,143		
3,70	3,60	3,90	4,00	II	Песок мелкий кварцевый влажный серый.	1,81	2,63	0,068		
3,20	3,30	3,70	3,10	III	Песок мелкий кварцевый влажный буровато-серый.	1,85	2,64	0,091		
1,80	2,30	2,20	2,10	IV	Песок кварцевый разнотернистый насыщенный водой светло-серый.	2,01	2,62	0,160		
3,90	3,80	3,70	4,10	V	Суглинок желто-бурый с примазками карбоната, влажный.	1,94	2,71	0,215	0,300	0,182
5,10	5,70	5,60	5,50	VI	Суглинок темный зеленовато-бурый с кусочками песчаника, влажный.	2,02	2,75	0,175	29,2	17,4
2,10	2,10	1,70	1,80	VII	Глина красно -коричневая, влажная, вязкая .	1,97	2,69	0,194	0,240	0,178

1	2	3	4	←NN скважин						
105,62	101,73	105,63	105,21	←Абсолютн. отметки устьев						
Мощность горизонта (слоя)				г/л г/л г/л	Литологическая характеристика	$\rho$ т/м <sup>3</sup>	$\rho_{\Sigma}$ т/м <sup>3</sup>	w от.ед.	w <sub>L</sub> от.ед.	w <sub>p</sub> от.ед.
0,20	0,30	0,10	0,00	I	Насыпной грунт -чернозем с битым кирпичом и строительным мусором .	16,5				
1,80	0,80	0,05	0,80	II	Почвенный слой -чернозем суглинистый	17,0				
1,80	1,70	1,80	1,90	III	Суглинок желто- бурый, макрый, лесовидный с большим кол-ом ходов землероек .	1,73	2,68	0,144	0,234	0,305
1,70	1,80	1,75	1,65	IV	Суглинок желто –бурый, макропористый, без ходов землероек	1,65	2,68	0,146	0,191	0,319
0,30	0,00	0,00	0,20	V	Суглинок тонкослоистый палевые и серые слоечки Толщиной 1-2мм, пластичный, вскипает в HCL .	1,71	2,31	0,200	0,202	0,301
3,0	3,0	2,0	1,5	VI	Тяжелая, светлая по окраске зеленовато-желто-бурая супесь пластичная .	1,82	2,69	0,163	0,151	0,192
1,10	1,80	1,80	1,89	VII	Песок средне зернистый, влажный с линзочками супеси, толщиной 5-8см .	1,78	2,05	0,350		

1	2	3	4	←NN скважин						
63	68	69	89	←Абсолютн. отметки устьев						
Мощность горизонта (слоя)				ЭЛИНН	Литологическая характеристика	$\rho$ т/м <sup>3</sup>	$\rho_{\Sigma}$ т/м <sup>3</sup>	w от.ед.	w <sub>L</sub> от.ед.	w <sub>p</sub> от.ед.
0,20	0,30	0,40	0,30	I	Почвенный слой, суглинистого состава черной окраски					
0,30	0,20	0,30	0,40	II	Суглинок гумусированный, темно-бурый, средней плотности					
4,80	4,90	5,50	5,20	III	Суглинок лессовидный желто-бурый (рыже-коричнево-бурый) карбонатный Ч=0,006	2,00	2,72	20,25	21,6	26,2
1,70	1,50	1,10	1,30	IV	Глины темно-серые, карбонатные, плотные в проходке	1,99	2,76	21,31	26,4	23,9
4,50	4,80	4,20	4,40	V	Пески среднезернистые, серовато-желтой окраски	1,90	2,65	18,6		

1	2	3	4	←NN скважин						
105,62	101,73	105,63	105,21	←Абсолютн. отметки устьев						
Мощность горизонта (слоя)				ЭЛИН	Литологическая характеристика	$\rho$ т/м <sup>3</sup>	$\rho_{\Sigma}$ т/м <sup>3</sup>	w от.ед.	w <sub>L</sub> от.ед.	w <sub>p</sub> от.ед.
0,70	0,80	0,65	0,70	I	Черноземная супесчаная почва	1,6	2,58	0,143		
2,10	2,30	2,15	2,35	II	Суглинок темный зеленовато-бурый с желваками карбоната, влажный	1,74	2,76	0,242		
1,10	1,00	0,90	1,0	III	Супесь желто-бурая очень влажная	1,94	2,72	0,197	0,223	0,163
2,10	2,00	1,90	2,30	IV	Песок ср. крупность кварцевый насыщенный водой, светло-серый	1,78	2,65	0,14		
3,10	2,70	2,80	2,90	V	Суглинок желто-бурый с, влажный	2,12	2,74	0,200	0,339	
3,90	3,60	4,05	4,15	VI	Песок мелкий кварцевый очень влажный, серый	1,73	2,66	0,079		
2,90	2,00	1,80	4,00	VII	Глина красно-коричневая, влажная, вязкая	1,90	2,75	0,37	0,523	0,79

1	2	3	4	←NN скважин						
105,62	101,73	105,63	105,21	←Абсолютн. отметки устьев						
Мощность горизонта (слоя)				ЭЛИ NN	Литологическая характеристика	$\rho$ т/м <sup>3</sup>	$\rho_{\Sigma}$ т/м <sup>3</sup>	w от.ед.	w <sub>L</sub> от.ед.	w <sub>p</sub> от.ед.
0,70	0,80	0,65	0,70	I	Черноземная супесчаная почва	1,6	2,58			
4,80	1,90	2,00	2,10	II	Суглинок темный зеленовато-бурый с желваками карбоната, влажный.	1,70	2,72	23,5	29,23	17,4
3,60	0,80	0,90	0,70	III	Супесь желто-бурая очень влажная.	1,94	2,69	19,8	22,0	16,3
4,10	2,00	1,90	2,30	IV	Песок ср. крупности кварцевый насыщенный водой, светло-серый.	1,78	2,65	14,0		
6,20	2,00	2,30	2,40	V	Суглинок желто-бурый с примазками карбоната, влажный.	1,84	2,75	20,0	27,1	16,8
2,90	0,80	1,05	1,15	VI	Песок мелкий кварцевый очень влажный, серый.	1,73	2,66	7,3		
16,0	2,60	3,10	2,40	VII	Глина красно-коричневая, влажная, вязкая.	2,00	2,76	38,3	48,1	27,1



1	2	3	4	←NN скважин						
105,62	101,73	105,63	105,21	←Абсолютн. отметки устьев						
Мощность горизонта (слоя)				ЭЛИН	Литологическая характеристика	$\rho$ т/м <sup>3</sup>	$\rho_{\Sigma}$ т/м <sup>3</sup>	w от.ед.	w <sub>L</sub> от.ед.	w <sub>p</sub> от.ед.
0,70	0,80	0,65	0,70	I	Черноземная супесчаная почва	1,6	2,58	14,3		
1,80	1,90	2,00	2,10	II	Суглинок темный зеленовато-бурый с желваками карбоната, влажный	1,70	2,72	23,5	29,23	17,4
0,60	0,80	0,90	0,70	III	Супесь желто-бурая очень влажная	1,94	2,69	19,8	22,0	16,3
1,20	1,10	1,30	1,40	IV	Песок ср. крупность кварцевый насыщенный водой, светло-серый	1,78	2,05	14,0		
2,20	2,00	2,30	2,40	V	Суглинок желто-бурый, влажный	1,84	2,75	20,0	27,1	16,8
1,40	1,60	1,55	1,10	VI	Песок мелкий кварцевый очень влажный, серый	1,73	2,66	0,73		
1,60	2,60	3,10	2,40	VII	Глина красно-коричневая, влажная, вязкая	2,00	2,76	38,3	48,1	27,1

1	2	3	4	←NN скважин						
11	12	13	18	←Абсолютн. отметки устьев						
Мощность горизонта (слоя)				гЛИ NN	Литологическая характеристика	$\rho$ т/м <sup>3</sup>	$\rho_{\Sigma}$ т/м <sup>3</sup>	w от.ед.	w <sub>L</sub> от.ед.	w <sub>p</sub> от.ед.
0.40	0.50	0.40	0.30	I	Почвенный слой черного цвета , суглинистого состава					
0.50	0.50	0.60	0.70	II	Суглинок гумусированный, темно-серый					
3.50	3.90	3.40	3.20	III	Суглинок лессовидный желто-бурый карбонатный	1,73	2,70	19,45	18,4	8,7
0.70	0.80	0.90	1.00	IV	Супесь желто-бурый мелкозернистая	1,82	2,69	9,24	12,4	4,8
3.40	3.30	3.30	3.50	V	Песок мелкозернистый, кварцевый, желтый	1,92	2,65	14,0		
3.50	3.00	3.40	3.30	VI	Суглинок желто-бурый плотный в проход	1.94-	2.70	13.2-	12.7-	8.2-

1	2	3	4	←NN скважин						
11	12	13	18	←Абсолютн. отметки устьев						
Мощность горизонта (слоя)				г л н н	Литологическая характеристика	$\rho$ т/м <sup>3</sup>	$\rho_{\Sigma}$ т/м <sup>3</sup>	w от.ед.	w <sub>L</sub> от.ед.	w <sub>p</sub> от.ед.
0,40	0,50	0,40	0,30	I	Почвенный слой черного цвета, суглинистого состава					
0,50	0,50	0,60	0,70	II	Суглинок гумусированный, темно-серый					
3,50	3,90	3,40	3,20	III	Суглинок лессовидный желто-бурый карбонатный	1,86	2,74	24,72	17,2	23,5
0,70	0,80	0,90	1,00	IV	Супесь желто-бурый мелкозернистая	1,82	2,69	13,1	6,8	13,2
3,40	3,30	3,30	3,50	V	Песок мелкозернистый, кварцевый, желтый	1,92	2,65	14,0		
3,50	3,00	3,40	3,30	VI	Суглинок желто-бурый плотный в проход	2,02	2,70	21,1	14,6	17,0

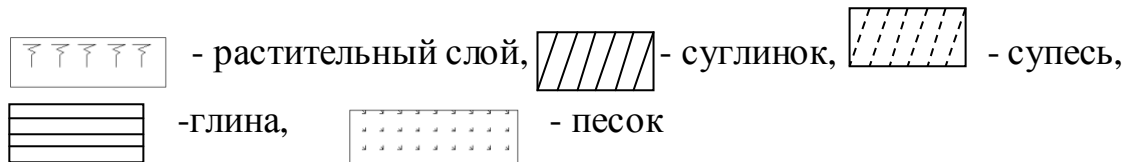
1	2	3	4	←NN скважин						
11	12	13	18	←Абсолютн. отметки устьев						
Мощность горизонта (слоя)				СЛИ NN	Литологическая характеристика	$\rho$ т/м <sup>3</sup>	$\rho_{\Sigma}$ т/м <sup>3</sup>	w от.ед.	w <sub>L</sub> от.ед.	w <sub>p</sub> от.ед.
0,40	0,50	0,40	0,30	I	Почвенный слой черного цвета , суглинистого состава					
0,50	0,50	0,60	0,70	II	Суглинок гумусированный, темно-серый					
3,50	3,90	3,40	3,20	III	Суглинок лессовидный желто-бурый карбонатный	1,73-	2,70-	19,45 -	8,7-	18,4-
0,70	0,80	0,90	1,00	IV	Супесь желто-бурый мелкозернистая	1,82	2,69	9,24	4,8-	12,4-
3,40	3,30	3,30	3,50	V	Песок мелкозернистый, кварцевый, желтый	1,92	2,65	14,0		
3,50	3,00	3,40	3,30	VI	Суглинок желто-бурый плотный в проход	1,94-	2,70	13,2-	8,2-	12,7-

1	2	3	4	←NN скважин						
63	68	69	89	←Абсолютн. отметки устьев						
Мощность горизонта (слоя)				ЭЛИНН	Литологическая характеристика	$\rho$ т/м <sup>3</sup>	$\rho_{\Sigma}$ т/м <sup>3</sup>	w от.ед.	w <sub>L</sub> от.ед.	w <sub>p</sub> от.ед.
0,20	0,30	0,40	0,30	I	Почвенный слой, суглинистого состава черной окраски					
0,30	0,20	0,30	0,40	II	Суглинки гумусированные, темно-бурые, средней плотности					
4,80	4,90	5,50	5,20	III	Суглинки лессовидные желто-бурые (рыже-коричнево-бурые) карбонатные Ч=0,006	1,89-	2,71-	16,71 -	14,8-	20,4-
1,70	1,50	1,10	1,30	IV	Глины темно-серые, карбонатные, плотные в проходке	1,99	2,76	21,30 -	23,9-	23,2-
4,50	4,80	4,20	4,40	V	Пески среднезернистые, серовато-желтой окраски	1,90	2,65	18,6		

37

Примечания: 1. Подземные воды отсутствуют.

2. Условные обозначения:



**Задание и данные для расчета**

Вариант задания	Варианты геологических условий	Типы фундаментов	Глубина заложения фундамента, d, м	Вертикальная нагрузка на фундамент $N_{оп}$ , кН
I	2	3	4	6
1	1	I	1,4	450
2	2	I	1,6	340
3	3	III	1,0	790
4	4	II	1,4	607
5	5	I	1,5	550
6	6	II	1,1	460
7	7	I	1,5	350
8	8	II	1,6	410
9	9	II	1,2	530
10	10	III	1,1	780
11	11	II	1,5	640
12	12	III	1,2	790
13	13	I	1,5	340
14	14	II	1,8	620
15	15	III	1,2	450
16	16	I	1,2	540
17	17	I	1,1	380
18	18	III	1,3	800
19	19	III	1,2	670
20	20	II	1,7	850
21	21	I	1,4	505
22	22	III	1,3	630
23	23	II	1,0	620
24	24	I	1,4	380
25	25	I	1,6	410
26	26	II	1,4	820

ПРИЛОЖЕНИЕ В  
Таблица В.1

Расчетное сопротивление  $R_0$  песков

Пески	Значение $R_0$ , кПа, в зависимости от плотности песков	
	плотные	Средней плотности
Крупные	600	500
Средней крупности	500	400
Мелкие:		
маловлажные	400	300
средней влажности и насыщенные водой	300	200
Пылеватые:		
маловлажные	300	250
средней влажности	200	150
насыщенные водой	150	100

Таблица В.2

Нормативные значения удельного сцепления  $c_n$ , кПа, угла внутреннего трения  $\varphi_n$ , град, и модуля деформации  $E$ , МПа, песков

Пески	Обозначение характеристики грунтов	Характеристики грунтов при коэффициенте пористости $e$			
		0,45	0,55	0,65	0,75
Гравелистые и крупные	$c_n$	2	1	-	-
	$\varphi_n$	43	40	38	-
	$E$	50	40	30	-
Средней крупности	$c_n$	3	2	1	-
	$\varphi_n$	40	38	35	-
	$E$	50	40	30	-
Мелкие	$c_n$	6	4	2	-
	$\varphi_n$	38	36	32	28
	$E$	48	38	28	18
Пылеватые	$c_n$	8	6	4	2
	$\varphi_n$	36	34	30	26
	$E$	39	28	18	11

Таблица В.3

Нормативные значения удельного сцепления  $c_n$ , кПа, угла внутреннего трения  $\varphi_n$ , град., глинистых грунтов.

Наименование грунтов и границы значений их показателя текучести		Обозначение характеристики грунтов	Характеристики грунтов при коэффициенте пористости $e$						
			0,45	0,55	0,65	0,75	0,85	0,95	1,05
Супеси	$0 \leq I_L \leq 0,25$	$c_n$	21	17	15	13	-	-	-
		$\varphi_n$	30	29	27	24	-	-	-
	$0,25 \leq I_L \leq 0,75$	$c_n$	19	15	13	11	9	-	-
		$\varphi_n$	28	26	24	21	18	-	-
Суглинки	$0 \leq I_L \leq 0,25$	$c_n$	47	37	31	25	22	19	-
		$\varphi_n$	26	25	24	23	22	20	-
	$0,25 \leq I_L \leq 0,5$	$c_n$	39	34	28	23	18	15	-
		$\varphi_n$	24	23	22	21	19	17	-
	$0,5 \leq I_L \leq 0,75$	$c_n$	-	-	25	20	16	14	12
		$\varphi_n$	-	-	19	18	16	14	12
Глины	$0 \leq I_L \leq 0,25$	$c_n$	-	81	68	54	47	41	36
		$\varphi_n$	-	21	20	19	18	16	14
	$0,25 \leq I_L \leq 0,5$	$c_n$	-	-	57	50	43	37	32
		$\varphi_n$	-	-	18	17	16	14	11
	$0,5 \leq I_L \leq 0,75$	$c_n$	-	-	45	41	36	33	29
		$\varphi_n$	-	-	15	14	12	10	7



Таблица В.4

Нормативные значения модуля деформации глинистых грунтов

Происхождение и возраст	Наименования грунтов и границы нормативных значений их показателя текучести $I_L$		Модуль деформации $E$ , МПа, при коэффициенте пористости $e$											
			0,35	0,45	0,55	0,65	0,75	0,85	0,95	1,05	1,2	1,4	1,6	
Четвертичные отложения	Аллювиальные, делювиальные, озерные, озерно-аллювиальные	Супеси	$0 \leq I_L \leq 0,75$	-	32	24	16	10	7	-	-	-	-	-
		Суглинки	$0 \leq I_L \leq 0,25$	-	34	27	22	17	14	11	-	-	-	-
			$0,25 \leq I_L \leq 0,5$	-	32	25	19	14	11	8	-	-	-	-
	$0,5 \leq I_L \leq 0,75$		-	-	-	17	12	8	6	5	-	-	-	
	Глины	$0 \leq I_L \leq 0,25$	-	-	28	24	21	18	15	12	-	-	-	
		$0,25 \leq I_L \leq 0,5$	-	-	-	21	18	15	12	9	-	-	-	
		$0,5 \leq I_L \leq 0,75$	-	-	-	-	15	12	9	7	-	-	-	
	Флювиогляциальные	Супеси	$0 \leq I_L \leq 0,75$	-	33	24	17	11	7	-	-	-	-	-
		Суглинки	$0 \leq I_L \leq 0,25$	-	40	33	27	21	-	-	-	-	-	-
			$0,25 \leq I_L \leq 0,5$	-	35	28	22	17	14	7	-	-	-	-
$0,5 \leq I_L \leq 0,75$			-	-	-	17	13	10	-	-	-	-	-	
Моренные	Супеси, суглинки	$I_L \leq 0,5$	60	50	40	-	-	-	-	-	-	-	-	
Юрские отложения оксфордского яруса	Глины	$-0,25 \leq I_L \leq 0$	-	-	-	-	-	-	27	25	22	-	-	
		$0 \leq I_L \leq 0,25$	-	-	-	-	-	-	24	22	19	15	-	
		$0,25 \leq I_L \leq 0,5$	-	-	-	-	-	-	-	-	16	12	10	

Таблица В.4

Расчетное сопротивление  $R_0$  глинистых грунтов

Глинистые грунты	Коэффициент пористости $e$	Значение $R_0$ , кПа, при показателе текучести	
		$I_L = 0$	$I_L = 1$
Супеси	0,5	300	300
	0,7	250	200
Суглинки	0,5	300	250
	0,7	250	180
	1,0	200	100
Глины	0,5	600	400
	0,6	500	300
	0,8	300	200
	1,1	250	100

Таблица В.5

Коэффициенты  $M_\gamma$ ,  $M_q$ ,  $M_c$ 

Угол внут- реннего трения	Коэффициенты			Угол внут- реннего трения	Коэффициенты		
	$M_\gamma$	$M_q$	$M_c$		$M_\gamma$	$M_q$	$M_c$
0	0	1,00	3,14	23	0,66	3,65	6,24
1	0,01	1,06	3,23	24	0,72	3,87	6,45
2	0,03	1,12	3,32	25	0,78	4,11	6,67
3	0,04	1,18	3,41	26	0,84	4,37	6,90
4	0,06	1,25	3,51	27	0,91	4,64	7,14
5	0,08	1,32	3,61	28	0,98	4,93	7,40
6	0,10	1,39	3,71	29	1,06	5,25	7,67
7	0,12	1,47	3,82	30	1,15	5,59	7,95
8	0,14	1,55	3,93	31	1,24	5,95	8,24
9	0,16	1,64	4,05	32	1,34	6,34	8,55
10	0,18	1,73	4,17	33	1,44	6,76	8,88
11	0,21	1,83	4,29	34	1,55	7,22	9,22
12	0,23	1,94	4,42	35	1,68	7,71	9,58
13	0,26	2,05	4,55	36	1,81	8,24	9,97
14	0,29	2,17	4,69	37	1,95	8,81	10,37
15	0,32	2,30	4,84	38	2,11	9,44	10,80
16	0,36	2,43	4,99	39	2,28	10,11	11,25
17	0,39	2,57	5,15	40	2,46	10,85	11,73
18	0,43	2,73	5,31	41	2,66	11,64	12,24
19	0,47	2,89	5,48	42	2,88	12,51	12,79
20	0,51	3,06	5,66	43	3,12	13,46	13,37
21	0,56	3,24	5,84	44	3,38	14,50	13,98
22	0,61	3,44	6,04	45	3,66	15,64	14,64

Таблица В.6

Коэффициент  $\alpha$ 

$\zeta$	Коэффициент $\alpha$ для фундаментов							
	Круг- лых	Прямоугольных с соотношением сторон $\eta = l/b$ рав- ным						ленточ- ных ( $\eta \geq 10$ )
		1	1,4	1,8	2,4	3,2	5	
0,0	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
0,4	0,949	0,960	0,972	0,975	0,976	0,977	0,977	0,977
0,8	0,756	0,800	0,848	0,866	0,876	0,879	0,881	0,881
1,2	0,547	0,606	0,682	0,717	0,739	0,749	0,754	0,755
1,6	0,390	0,449	0,532	0,578	0,612	0,629	0,639	0,642
2,0	0,285	0,336	0,414	0,463	0,505	0,530	0,545	0,550
2,4	0,214	0,257	0,325	0,374	0,419	0,449	0,470	0,477
2,8	0,165	0,201	0,260	0,304	0,349	0,383	0,410	0,420
3,2	0,130	0,160	0,210	0,251	0,294	0,329	0,360	0,374
3,6	0,106	0,131	0,173	0,209	0,250	0,285	0,319	0,337
4,0	0,087	0,108	0,145	0,176	0,214	0,248	0,285	0,306
4,4	0,073	0,091	0,123	0,150	0,185	0,218	0,255	0,280
4,8	0,062	0,077	0,105	0,130	0,161	0,192	0,230	0,258
5,2	0,053	0,067	0,091	0,113	0,141	0,170	0,208	0,239
5,6	0,046	0,058	0,079	0,099	0,124	0,152	0,189	0,223
6,0	0,040	0,051	0,070	0,087	0,110	0,136	0,173	0,208
6,4	0,036	0,045	0,062	0,077	0,099	0,122	0,158	0,196
6,8	0,031	0,040	0,055	0,064	0,088	0,110	0,145	0,185
7,2	0,028	0,036	0,049	0,062	0,080	0,100	0,133	0,175
7,6	0,024	0,032	0,044	0,056	0,072	0,091	0,123	0,166
8,0	0,022	0,029	0,040	0,051	0,066	0,084	0,113	0,158
8,4	0,021	0,026	0,037	0,046	0,060	0,077	0,105	0,150
8,8	0,019	0,024	0,033	0,042	0,055	0,071	0,098	0,143
9,2	0,017	0,022	0,031	0,039	0,051	0,065	0,091	0,137
9,6	0,016	0,020	0,028	0,036	0,047	0,060	0,085	0,132
10,0	0,015	0,019	0,026	0,033	0,043	0,056	0,079	0,126
10,4	0,014	0,017	0,024	0,031	0,040	0,052	0,074	0,122
10,8	0,013	0,016	0,022	0,029	0,037	0,049	0,069	0,117
11,2	0,012	0,015	0,021	0,027	0,035	0,045	0,065	0,113
11,6	0,011	0,014	0,020	0,025	0,033	0,042	0,061	0,109
12,0	0,010	0,013	0,018	0,023	0,031	0,040	0,058	0,106

**Пример расчета**

Исходные данные:

Заданные физические характеристики приведены в табл. Г.1

Грунтовые воды отсутствуют.

Фундамент ленточный, высота фундамента  $h=1,4$  м; нагрузка на фундамент 340 кН.

Район строительства – Харьков.

В соответствии с заданием и требованиями подразд.3.1 строим литологическую колонку (рис. П1).

Глубина промерзания грунтов равна 1м.

Принимаем глубину заложения подошвы фундамента  $d=1.4+0.15=1.55$ м.

По таблицам Приложения В определяем расчетные характеристики грунтов (см. табл. Г.1).

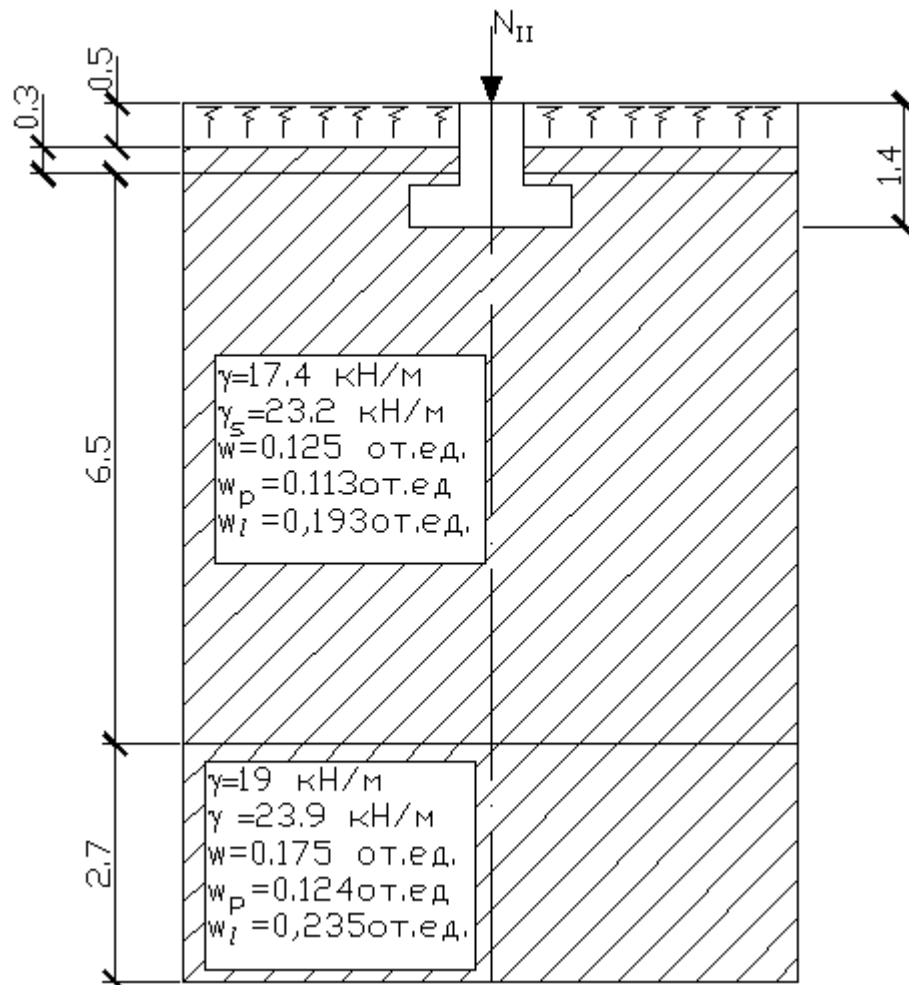


Рис.Г1. – Литологическая колонка

№ инжен.-геол. элемента	Наименование элемента	Влажность природная, $w$ , от.ед.	Влажность на границе пластичности, $w_p$ от.ед.	Влажность на границе текучести, $w_l$ от.ед.	Число пластичности $I_p$ , от.ед.	Показатель текучести $I_l$	Удельный вес грунта $\gamma$ , кН/м <sup>3</sup>	Удельный вес частиц грунта $\gamma_s$ , кН/м <sup>3</sup>	Удельный вес сухого грунта $\gamma_d$ , кН/м <sup>3</sup>	Коэффициент пористости $e$	Степень влажности $S_r$	Угол внутреннего трения, $\varphi$ , градусы	Удельное сцепление $c$ , кПа	Модуль деформации $E$ , МПа	Условное расчетное сопротивление $R_0$ , кПа
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
ИГЭ-3	Суглинок желто-бурый	0,125	0,113	0,193	0.08	0.15	17,4	23,2	15.46	0.5	0,58	26	42	31	293
ИГЭ-4	Суглинок серовато – желто-бурый	0,175	0,124	0,235	0.111	0.46	19,0	23,9	16.17	0.48	0,87	24	36	29	280

Определение размеров подошвы фундамента. По формуле (3.2) устанавливаем предварительную ширину подошвы фундамента.

Ширина подошвы квадратного фундамента

$$b = \frac{N_{0II}}{R_0 - \gamma_{mt} \cdot d},$$

где  $N_{0II} = 607$  кН (нагрузка на фундамента);  $R_0 = 400$  кПа (расчетное сопротивление основания);  $\gamma_{mt} = 20$  кН/м<sup>3</sup>;  $h = 1,4$  (высота фундамента).

Таким образом,

$$b = \frac{340}{293 - 20 \cdot 1,4} = 1,28 \text{ м.}$$

По табл. В.5 определяем значения коэффициентов:

$$M_\gamma = 0,84; M_c = 6,9; M_q = 4,37.$$

$$\gamma_{II}^{cp} = \frac{\gamma_{II3} h'_3 + \gamma_{II4} h_4}{h_3 + h_4} = \frac{17,4 \cdot 5,8 + 19 \cdot 2,7}{5,8 + 2,7} = 17,9 \text{ кН/м}^3;$$

$$\gamma_{II3} = 17,4 \text{ кН/м}^3; \gamma_{II4} = 19 \text{ кН/м}^3; h'_3 = 5,8 \text{ м}; h_4 = 2,7 \text{ м};$$

$$\gamma_{II} = \gamma'_{II} = 17,9 \text{ кН/м}^3.$$

По формуле (3.4) вычисляем  $R$ :

$$R = \frac{1 \cdot 1}{1,1} [0,84 \cdot 1 \cdot 1,28 \cdot 17,9 + 4,37 \cdot 1,4 \cdot 17,9 + 6,9 \cdot 42] = 0,91 [19,2 + 109,5 + 289,8] = 0,91 [418,6] = 381 \text{ кПа}$$

Выполняем требования подразд. 3.2.3.

$$b = \frac{340}{381 - 20 \cdot 1,4} = 0,96 \text{ м.}$$

$$1,28 - 0,96 > 0,1;$$

$$R = \frac{1 \cdot 1}{1,1} [0,84 \cdot 1 \cdot 0,96 \cdot 17,9 + 4,37 \cdot 1,4 \cdot 17,9 + 6,9 \cdot 42] = 0,91 [14,43 + 109,5 + 289,8] = 0,91 [413,8] = 376,6 \text{ кПа}$$

$$b = \frac{340}{376,5 - 20 \cdot 1,4} = 0,97 \text{ м.}$$

$$0,98 - 0,97 < 0,1;$$

Принимаем ширину подошвы фундамента  $b = 1$  м.

Определение площади подошвы фундамента и проверки условия (3.6).

площадь квадратного фундамента  $A = b \cdot 1$ .

$$A = 1 \text{ м}^2.$$

$$P_{II} = \frac{340}{1} = 340 \text{ кПа} \quad (P_{II} \leq R); \quad 340 < 376,5.$$

Расчет осадки фундамента.

Определяем напряжение собственного веса грунта, кН/м<sup>2</sup>,

$$\sigma_{zg} = \sum_{i=1}^n \gamma_i h_i,$$

$$\sigma_{zgo} = \gamma_1 d = 17,4 \cdot 1,4 = 24,4;$$

$$\sigma_{zg1} = 24.4 + 17.4 \cdot 5.8 = 125.3;$$

$$\sigma_{zg2} = 125.3 + 19 \cdot 2.7 = 80 + 124.8 = 176.6 .$$

Определяем дополнительные напряжения

$$P_0 = P - \sigma_{zgo} = 340 - 24.4 = 315,6 \text{ кПа.}$$

$$\sigma_{zp} = \alpha \cdot P_0,$$

где  $\alpha = f(\eta \cdot \xi)$

$\eta = \frac{l}{b} > 10$  - для ленточного фундамента;

$\xi = \frac{2z}{b}$  ( $z = \sum_{i=1}^n \bar{h}$ , где  $\bar{h}$  - толщина элементарного слоя;  $\bar{h} = 0.2 \text{ м}$ ).

По табл. В.6] определяем значения  $\alpha$  и затем  $\sigma_{zp}$ , кПа:

$$\xi = 0; \quad \sigma_{zpo} = \alpha_0 \cdot P_0 = 1 \cdot 315,6 = 315,6;$$

$$\xi = 0,4; \quad \sigma_{zp1} = \alpha_1 \cdot P_0 = 0,96 \cdot 315,6 = 302,9;$$

$$\xi = 0,8; \quad \sigma_{zp2} = 0,8 \cdot 315,6 = 252,5;$$

$$\xi = 1,2; \quad \sigma_{zp3} = 0,606 \cdot 315,6 = 191,3;$$

$$\xi = 1,6; \quad \sigma_{zp4} = 0,449 \cdot 315,6 = 141,7;$$

$$\xi = 2; \quad \sigma_{zp5} = 0,336 \cdot 315,6 = 106,0;$$

$$\xi = 2,4; \quad \sigma_{zp6} = 0,257 \cdot 315,6 = 81,1;$$

$$\xi = 2,8; \quad \sigma_{zp7} = 0,201 \cdot 315,6 = 63,4;$$

$$\xi = 3,2; \quad \sigma_{zp8} = 0,160 \cdot 315,6 = 50,5;$$

$$\xi = 3,6; \quad \sigma_{zp9} = 0,131 \cdot 315,6 = 41,3;$$

$$\xi = 4; \quad \sigma_{zp10} = 0,108 \cdot 315,6 = 34,1;$$

$$\xi = 4,4; \quad \sigma_{zp11} = 0,091 \cdot 315,6 = 28,7;$$

$$\xi = 4,8; \quad \sigma_{zp12} = 0,077 \cdot 315,6 = 24,3;$$

$$\xi = 5,2; \quad \sigma_{zp13} = 0,067 \cdot 315,6 = 21,14 .$$

$$\xi = 5,6; \quad \sigma_{zp9} = 0,058 \cdot 315,6 = 18,3;$$

$$\xi = 6; \quad \sigma_{zp10} = 0,051 \cdot 315,6 = 16,1;$$

$$\xi = 6,4; \quad \sigma_{zp11} = 0,045 \cdot 315,6 = 14,2;$$

Находим величину сжимаемой толщи, исходя из условия (3.9), и производим суммирование по формуле (3.10).  $E = E_3$  или  $E = E_4$  в зависимости от слоя:

$$\sigma_{zpi} = \frac{\sigma_{zp1} + \sigma_{zp2}}{2},$$

$$S = 0,8 \cdot 0,2 \left( \frac{315,6 + 302,9}{2 \cdot 31 \cdot 10^3} + \frac{302,9 + 191,3}{2 \cdot 31 \cdot 10^3} + \frac{191,3 + 141,7}{2 \cdot 31 \cdot 10^3} + \frac{141,7 + 106}{2 \cdot 31 \cdot 10^3} + \frac{106 + 81,1}{2 \cdot 31 \cdot 10^3} + \frac{81,1 + 63,4}{2 \cdot 31 \cdot 10^3} + \frac{63,4 + 50,5}{2 \cdot 31 \cdot 10^3} + \frac{50,5 + 41,3}{2 \cdot 31 \cdot 10^3} + \frac{41,3 + 34,1}{2 \cdot 31 \cdot 10^3} + \frac{34,1 + 28,7}{2 \cdot 31 \cdot 10^3} + \frac{28,7 + 24,3}{2 \cdot 31 \cdot 10^3} + \frac{24,3 + 21,14}{2 \cdot 31 \cdot 10^3} + \frac{21,14 + 18,3}{2 \cdot 31 \cdot 10^3} + \frac{18,3 + 16,1}{2 \cdot 31 \cdot 10^3} + \frac{16,1 + 14,2}{2 \cdot 31 \cdot 10^3} \right) = 0,0066 \text{ м} = 0,66 \text{ см}$$

Проверяем условие (3.11):

$$0,66 \text{ см} < 8 \text{ см} .$$

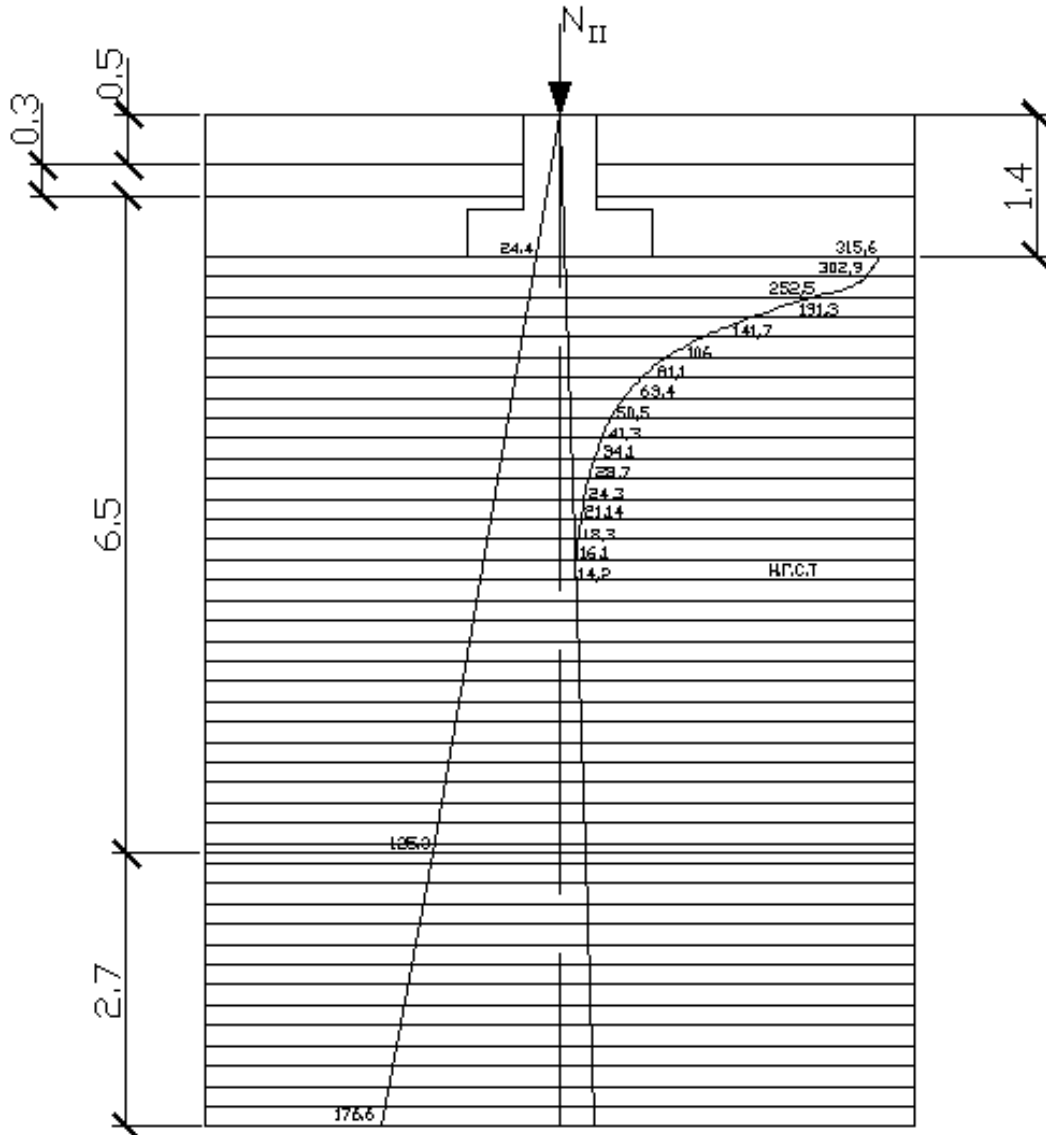


Рис.Г.2. К расчету осадки



## ЛИТЕРАТУРА

1. ДБН В.2.1-10-2009 Основи та фундаменти споруд – К., 2009.
2. Основания, фундаменты и подземные сооружения: Справ. проектировщика. – М., 1985.
3. Шутенко Л.Н, Гильман А.Д., Лупан Ю.Т. Основание и фундаменты: Учеб. пособие. – К., 1989.

**Навчальне видання**

**Таранов** Валентин Георгійович,

**Набока** Олексій Олександрович

*“Механіка ґрунтів, основи і фундаменти”*

Методичні вказівки і вихідні дані до виконання курсової роботи (РГЗ)  
для студентів 3 курсу всіх форм навчання, напряму підготовки  
6.060103 Гідротехніка (Водні ресурси)

(Рос. мовою)

*Редактор* З.І. Зайцева

*Комп'ютерне верстання* Ю.П. Степась

План 2009, поз. 9 М

---

Підпдо друку 25.02.2010

Формат 60x84 1/16

Друк на ризографі.

Ум. друк.арк. 2,1

Зак. №

Тираж 50 пр.

Видавець і виготовлювач:

Харківська національна академія міського господарства,  
вул. Революції, 12, Харків, 61002

Електронна адреса: [rektorat@ksame.kharkov.ua](mailto:rektorat@ksame.kharkov.ua)

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи: ДК №731 від 19.12.2001