

Е.О. Сучкова

# **Специальные вопросы проектирования оснований и фундаментов**

Часть 1

Учебное пособие

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования  
«Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»

Е.О.Сучкова

## Специальные вопросы проектирования оснований и фундаментов

Часть 1

Утверждено редакционно-издательским советом  
университета в качестве учебного пособия

Нижегород  
ННГАСУ  
2010

УДК 624.1(075)  
ББК 38.58я73  
С91

### **Рецензенты:**

Куликов В.П.-доц. каф.ВПиГС, зам.декана кораблестроительного факультета Волжской государственной академии водного транспорта.  
Боброва Ю.Н.- специалист по сопровождению проектов ЗАО «Социнтех-Инстал».

Сучкова Е.О. Специальные вопросы проектирования оснований и фундаментов [Текст]: учебное пособие/ Е.О.Сучкова; Нижегород. гос. архит.-строит. ун-т.- Н.Новгород: ННГАСУ, 2010.-69 с.  
ISBN

Пособие разработано для практического использования при изучении теоретического курса по специальным вопросам проектирования оснований и фундаментов. Пособие включает девять задач, по каждой из которых разработаны всевозможные варианты заданий. В пособии рассматриваются нормативные и расчетные характеристики грунтов, прилагаются расчеты глубины промерзания и пучения грунтовых оснований.

Предназначено для студентов специальности 270102.65 «Промышленное и гражданское строительство».

© Сучкова.Е.О., 2010  
© ННГАСУ, 2010

## Содержание

Определение нормативного и расчетного значения удельного веса грунта	4
Задача 1	4
Определение нормативных значений прочностных и деформационных характеристик	8
Задача 2	8
Определение расчетных значений прочностных характеристик	10
Задача 3	10
Определение глубины промерзания для однородной толщи грунтов	17
Задача 4	17
Определение глубины промерзания для неоднородной толщи грунтов	19
Задача 5	19
Оценка степени морозоопасности глинистых пучинистых грунтов	21
Задача 6	21
Оценка степени морозоопасности песчаных грунтов	23
Задача 7	23
Расчет фундаментов на устойчивость при действии сил морозного пучения при $d > d_f$	25
Задача 8	26
Расчет фундаментов на устойчивость при действии сил морозного пучения при $d < d_f$	29
Задача 9	31
Варианты заданий	36
Приложения	48
Рекомендуемая литература	68

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ НОРМАТИВНОГО И РАСЧЕТНОГО ЗНАЧЕНИЯ УДЕЛЬНОГО ВЕСА ГРУНТА

Выполняется в соответствии с ГОСТ 20522-75 «Грунты. Метод статистической обработки характеристик».

В отчетах об инженерно-геологических изысканиях можно найти такие характеристики, как:

- 1)  $\rho$  – плотность грунта,  $\text{г/см}^3$  – определяется в лабораторных условиях методом режущего кольца или парафинированием;
- 2)  $\gamma$  – среднее значение удельного веса грунта,  $\text{кН/м}^3$ ;
- 3)  $\gamma_n$  – нормативное значение удельного веса грунта,  $\text{кН/м}^3$ ;
- 4)  $\gamma_{II}$  – расчетный удельный вес по II группе предельных состояний (по деформациям),  $\text{кН/м}^3$ ;
- 5)  $\gamma_I$  – расчетный удельный вес по I группе предельных состояний (по несущей способности),  $\text{кН/м}^3$ ;

### Задача 1

Определено  $n$  значений плотности грунта, слагающих инженерно-геологический элемент. Определить нормативное и расчетное значения удельного веса грунта.

#### Алгоритм решения

1. Предварительные расчеты сводим в табл. 1.1.
2. Отдельное значение удельного веса грунта,

$$\gamma_i = \rho_i \times g, \text{ кН/м}^3, \quad (1.1)$$

где  $g=9,81$  – ускорение свободного падения

3. Среднее арифметическое значение удельного веса грунта

$$\bar{\gamma} = \frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^n \gamma_i, \text{ кН/м}^3. \quad (1.2)$$

4. Делаем проверку на исключение грубых ошибок. Исключению подлежат  $\max$  и  $\min$  значения  $\gamma_i$ , для которых не выполняется условие:

$$|\bar{\gamma} - \gamma_i| < v * \sigma_{см}, \quad (1.3)$$

где  $v$  – статистический критерий, величина которого зависит от количества определения  $n$  (по табл. 1).

$\sigma_{см}$  – смещенная оценка среднего квадратичного отклонения характеристики.

$$\sigma_{см} = \sqrt{\frac{1}{n} * \sum_{i=1}^n (\bar{\gamma} - \gamma_i)^2}, \text{ кН/м}^3. \quad (1.4)$$

Если проверка выполняется, то ни одно из опытных значений не следует исключать как грубую ошибку. Если проверка не выполняется, то значение исключается и производится пересчет.

5. Нормативное значение удельного веса:

$$\gamma_n = \bar{\gamma}, \text{ кН/м}^3. \quad (1.5)$$

6. Расчетные значения удельного веса определяются по формуле:

$$\gamma = \gamma_n / k_g, \text{ кН/м}^3, \quad (1.6)$$

где  $k_g$  – коэффициент безопасности по грунту.

6.1. Среднее квадратичное отклонение характеристики:

$$\sigma_\gamma = \sqrt{\frac{1}{n-1} * \sum_{i=1}^n (\gamma_n - \gamma_i)^2}, \text{ кН/м}^3. \quad (1.7)$$

6.2. Коэффициент вариации характеристики:

$$v = \sigma_\gamma / \gamma_n. \quad (1.8)$$

6.3. Для определения показателя точности оценки среднего значения характеристики грунта определяем коэффициент  $t_\alpha$  (по табл. 2 в зависимости от числа степеней свободы  $n-1$  и односторонней вероятности  $\alpha$ , т.е.  $t_\alpha = f[(n-1); \alpha]$ ). Для определения расчетного значения удельного веса грунта  $\gamma_{II}$  по II группе предельных состояний (расчет по деформациям) принимаем  $\alpha = 0.85$ .

Для определения расчетного значения удельного веса грунта  $\gamma_1$  по I группе предельных состояний (расчет по несущей способности) принимаем  $\alpha = 0.95$ .

Показатель точности оценки удельного веса грунта:

$$\rho = \frac{t_\alpha * v}{\sqrt{n}} \quad (1.9)$$

6.4. Коэффициент безопасности по грунту:

$$k_g = \frac{1}{1 - \rho} \quad (1.10)$$

6.5. Расчетное значение удельного веса грунта определяем по формуле (1.6).

### Пример решения задачи

(вариант 30)

1. Составляем табл. 1.1.

Таблица 1.1

№ п/п	$\rho_i$	$\gamma_i$	$\bar{\gamma} - \gamma_i$	$(\bar{\gamma} - \gamma_i)^2$
1	1.5	14.7	0.57	0.325
2	1.52	14.896	0.374	0.139
3	1.58	15.48	-0.21	0.044
4	1.6	15.68	-0.41	0.168
5	1.53	14.99	0.28	0.078
6	1.55	15.19	0.08	0.0064
7	1.59	15.58	-0.31	0.096
8	1.6	15.68	-0.41	0.168

2. Отдельные значения удельного веса грунта:

$$\gamma_i = \rho_i \times g = \rho_i \times 9,8, \text{ кН/м}^3,$$

$$\sum \gamma_i = 122,196, \text{ кН/м}^3.$$

3. Среднее арифметическое значение удельного веса грунта:

$$\bar{\gamma} = \frac{1}{8} \times 122,196 = 15,27, \text{ кН/м}^3,$$

$$\sum (\bar{\gamma} - \gamma_i)^2 = 1,02, \text{ кН/м}^3.$$

4. Смещенная оценка среднего квадратичного отклонения характеристики:

$$\sigma_{см} = \sqrt{\frac{1}{8} * 1,02} = 0,357, \text{ кН/м}^3.$$

Статистический критерий:  $v = 2.27$

$$\sigma_{см} \times v = 0.81,$$

max отклонение  $|\gamma - \gamma_i| = 0.57 < 0.81$

min отклонение  $|\gamma - \gamma_i| = 0.08 < 0.81$

Т.к. условие  $|\gamma - \gamma_i| < \sigma_{см} \times v$  выполняется, ни одно из значений не исключается как грубая ошибка.

5. Нормативное значение удельного веса:

$$\gamma_n = 15.27, \text{ кН/м}^3.$$

6. Определяем расчетное значение удельного веса:

6.1. Среднее квадратичное отклонение характеристики:

$$\sigma_{\gamma} = \sqrt{\frac{1}{8-1} \times 1,02} = 0,382, \text{ кН/м}^3.$$

6.2. Коэффициент вариации характеристики:

$$v = \frac{0,382}{15,27} = 0,025.$$

6.3. При  $\alpha = 0.85$   $t_{\alpha} = 1.12$ ; при  $\alpha = 0.95$   $t_{\alpha} = 1.9$ .

Тогда показатель точности оценки удельного веса грунта:

$$\text{при } \alpha = 0,85 \quad \rho = \frac{1,12 * 0,025}{\sqrt{8}} = 0,0099,$$

$$\text{при } \alpha = 0,95 \quad \rho = \frac{1,9 * 0,025}{\sqrt{8}} = 0,0168.$$

6.4. Коэффициент безопасности по грунту:

$$\text{при } \alpha = 0,85 \quad k_g = \frac{1}{1 - 0,0099} = 1,0099;$$



$$\text{при } \alpha = 0,95 \quad k_g = \frac{1}{1 - 0,0168} = 1,017.$$

6.5. Расчетное значение удельного веса грунта по II группе предельных состояний:

$$\gamma_{II} = \frac{15,27}{1,0099} = 15,12, \text{ кН/м}^3.$$

Расчетное значение удельного веса грунта по I группе предельных состояний:

$$\gamma_I = \frac{15,27}{1,017} = 15,01, \text{ кН/м}^3.$$

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ НОРМАТИВНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ПРОЧНОСТНЫХ И ДЕФОРМАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК

Основными параметрами механических свойств грунтов, определяющими несущую способность оснований и их деформаций, являются прочностные и деформационные характеристики грунтов.

### Частные значения характеристик:

- удельное сцепление,  $c$  кПа ;
- угол внутреннего трения,  $\varphi$  ° ;
- модуль деформации грунтов,  $E$  МПа.

### Нормативные значения характеристик:

- нормативное удельное сцепление,  $c_n$  кПа ;
- нормативный угол внутреннего трения,  $\varphi_n$  °.

### Задача 2

По характеристикам основных физических свойств грунтов определить по таблицам СНиП 2.02.01-83\* нормативные значения удельного сцепления  $c_n$ , угла внутреннего трения  $\varphi_n$  и модуля деформации  $E$ .

### Алгоритм решения

1. Плотность сухого грунта:

$$\rho_d = \frac{\rho}{1 + 0,01W}, \text{ г/см}^3, \quad (2.1)$$

где  $\rho$  – плотность грунта, г/см<sup>3</sup>;

$W$  – природная влажность, % .

2. Коэффициент пористости:

$$e = \frac{\rho_s}{\rho_d} - 1, \quad \text{де,} \quad (2.2)$$

где  $\rho_s$  – плотность частиц, г/см<sup>3</sup>.

3. Число пластичности:

$$J_p = W_L - W_p, \text{ \%}, \quad (2.3)$$

где  $W_L$  – влажность на границе текучести, % ;

$W_p$  – влажность на границе раскатывания, % .

По числу пластичности определяем тип грунта (табл. 3).

4. Показатель текучести:

$$J_L = \frac{W - W_p}{W_L - W_p}, \text{ \%}, \quad (2.4)$$

По показателю текучести определяем консистенцию грунта (табл. 4).

5. Удельное сцепление определяем по табл. 5  $c_n=f$  (тип грунта,  $J_L, e$ ).

6. Угол внутреннего трения определяем по табл. 5  $\varphi_n=f$  (тип грунта,  $J_L, e$ ).

7. Модуль деформации определяем по табл. 6  $E=f$  (происхождение грунтов, тип грунтов,  $J_L, e$ ).

### Пример решения задачи

#### (вариант 30)

В результате лабораторных исследований определены характеристики основных физических свойств пылевато-глинистого грунта четвертичных, аллювиальных не лессовых отложений: плотность  $\rho = 1,97$  г/см<sup>3</sup>; плотность частиц  $\rho_s = 2,68$  г/см<sup>3</sup>; влажность  $W = 14\%$ ; влажность на границе раскатывания  $W_p = 12\%$ ; влажность на границе текучести  $W_L = 17\%$ .

1. Плотность сухого грунта:

$$\rho_d = \frac{1.97}{1 + 0,01 \times 14} = 1,73, \quad \text{г/см}^3.$$

2. Коэффициент пористости:

$$e = \frac{2,68}{1,73} - 1 = 0,55, \quad \text{д.е.}$$

3. Число пластичности:

$$J_p = 17 - 12 = 5, \quad \%,$$

тип грунта – супесь.

4. Показатель текучести:

$$J_L = \frac{14 - 12}{17 - 12} = 0,4, \quad \%,$$

консистенция супеси – пластичная.

5. Удельное сцепление  $c_n = 15$  кПа .

6. Угол внутреннего трения  $\varphi_n = 26^\circ$  .

7. Модуль деформации  $E = 24$  МПа.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК

Для прочностных характеристик грунтов – угла внутреннего трения  $\varphi$  и удельного сцепления  $c$  – методика статистической обработки имеет следующие особенности. Нормативные значения  $\varphi$  и  $c$  определяют по нормативной зависимости  $\tau = \sigma \text{tg}\varphi + c$ , вычисляемой методом наименьших квадратов на основе всех определений  $\tau$  в рассматриваемом слое грунта.

### Задача 3

Для инженерно-геологического элемента, сложенного суглинками, было выполнено  $n$  лабораторных определений сопротивления срезу  $\tau$  при трех значениях нормального давления  $\sigma = 100, 200, 300$  кПа.

### Алгоритм решения

1. Прежде чем приступить к вычислению нормативных и расчетных значений  $c$  и  $\varphi$ , следует выполнить проверку на исключение грубых ошибок в определениях  $\tau_i$  при каждом значении нормального давления. Необходимые для этого подсчеты приведены в табл. 3.1.

2. Среднее арифметическое значение касательного напряжения:

$$\tau = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n \tau_i, \text{ кПа.} \quad (3.1)$$

3. Смещенная оценка среднего квадратичного отклонения:

$$S_{\text{dis}} = \sqrt{\frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n (\bar{\tau} - \tau_i)^2}, \text{ кПа.} \quad (3.2)$$

4. Значения статистического критерия  $v$  приняты по табл. 1.

5. Проверка на исключение грубых ошибок:

$$|\bar{\tau} - \tau_i| < v^* S_{\text{dis}}. \quad (3.3)$$

Если проверка для какого-либо значения не выполняется, то оно исключается и производится перерасчет.

6. Вычисления нормативных и расчетных значений  $c$  и  $\varphi$  следует вести в табличной форме табл. 3.2. В графы 2 и 3 вписываем экспериментальные значения  $\sigma_i$  и  $\tau_i$ . После вычислений, внесенных в графы 4 и 5, находим:

6.1. Нормативное значение угла внутреннего трения:

$$\text{tg } \varphi_n = \frac{n \sum_{i=1}^n \tau_i \sigma_i - \sum_{i=1}^n \tau_i \sum_{i=1}^n \sigma_i}{n \sum_{i=1}^n \sigma_i^2 - \left( \sum_{i=1}^n \sigma_i \right)^2}. \quad (3.4)$$

6.2. Нормативное значение удельного сцепления:

$$C_n = \frac{\sum_{i=1}^n \tau_i \sum_{i=1}^n \sigma_i^2 - \sum_{i=1}^n \sigma_i \sum_{i=1}^n \tau_i \sigma_i}{n \sum_{i=1}^n \sigma_i^2 - \left( \sum_{i=1}^n \sigma_i \right)^2}, \text{ кПа.} \quad (3.5)$$

6.3. По  $\text{tg } \varphi_n$  находим нормативный угол внутреннего трения  $\varphi_n$ .

6.4. Значения в графе 6 получаем путем подстановки найденных значений  $\text{tg } \varphi_n$  и  $c_n$  в уравнение

$$\dot{\tau} = \sigma_i \text{tg} \varphi_n + c_n, \text{ кПа.} \quad (3.6)$$

6.5. Заполняем графы 7 и 8.

7. Средняя квадратичная ошибка  $\tau$ :

$$S_\tau = \sqrt{\frac{1}{n-2} \sum_{i=1}^n (\sigma_i \text{tg} \varphi_n + c_n - \tau_i)^2}, \text{ кПа.} \quad (3.7)$$

8. Средняя квадратичная ошибка  $c$ :

$$S_c = S_\tau \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \sigma_i^2}{n \sum_{i=1}^n \sigma_i^2 - \left( \sum_{i=1}^n \sigma_i \right)^2}}, \text{ кПа.} \quad (3.8)$$

9. Средняя квадратичная ошибка  $\varphi$ :

$$S_{\text{tg} \varphi} = S_\tau \sqrt{\frac{n}{n \sum_{i=1}^n \sigma_i^2 - \left( \sum_{i=1}^n \sigma_i \right)^2}}. \quad (3.9)$$

10. Определяем коэффициенты вариации:

$$V_c = \frac{S_c}{c_n}, \quad (3.10)$$

$$V_{\text{tg} \varphi} = \frac{S_{\text{tg} \varphi}}{\text{tg} \varphi}. \quad (3.11)$$

11. Доверительный интервал:

$$\delta_{\text{tg} \varphi} = t_\alpha \times V_{\text{tg} \varphi}, \quad (3.12)$$

$$\delta_c = t_\alpha \times V_c. \quad (3.13)$$

$t_\alpha$  находим по пункту 6.3 задачи 1 для расчетов оснований по I предельному состоянию.

12. Коэффициент надежности по грунту:

$$\gamma_g = \frac{1}{1 - \delta} \quad (3.14)$$

13. Расчетное удельное сцепление:

$$c_I = \frac{c_n}{\gamma_{g(c)}} \quad (3.15)$$

14. Расчетный угол внутреннего трения:

$$\operatorname{tg} \varphi_I = \frac{\operatorname{tg} \varphi_n}{\gamma_{g(\operatorname{tg} \varphi)}} \quad (3.16)$$

$$\operatorname{tg} \varphi_I \rightarrow \varphi_I$$

### Пример решения задачи

(вариант 28)

1. Составляем табл. 3.1.

Таблица 3.1

№ серии опытов	$\sigma = 100$ кПа			$\sigma = 200$ кПа			$\sigma = 300$ кПа		
	$\tau_i$ , кПа	$\bar{\tau} - \tau_i$ кПа	$(\bar{\tau} - \tau_i)^2$ кПа	$\tau_i$ , кПа	$\bar{\tau} - \tau_i$ кПа	$(\bar{\tau} - \tau_i)^2$ кПа	$\tau_i$ , кПа	$\bar{\tau} - \tau_i$ кПа	$(\bar{\tau} - \tau_i)^2$ кПа
1	75	-3.33	11,0889	95	12.22	149,3284	115	22.22	493,7284
2	70	1.67	2,7889	100	7.22	52,1284	120	17.22	296,5284
3	75	-3.33	11,0889	120	-12.78	163,3284	160	-22.78	518,9284
4	65	6.67	44,4889	110	-2.78	7,7284	150	-12.78	163,3284
5	80	-8.33	69,3889	110	-2.78	7,7284	135	2.22	4,9284
6	65	6.67	44,4889	90	17.22	296,5284	135	2.22	4,9284
7	85	-13.33	177,6889	120	-12.78	163,3284	150	-12.78	163,3284
8	60	11.67	136,1889	100	7.22	52,1284	135	2.22	4,9284
9	70	1.67	2,7889	120	-12.78	163,3284	135	2.22	4,9284
<b><math>\Sigma</math></b>	<b>645</b>	<b>-</b>	<b>500,0001</b>	<b>965</b>	<b>-</b>	<b>1055,555</b>	<b>1235</b>	<b>-</b>	<b>1655,5556</b>

2. Среднее арифметическое значение касательного напряжения:

$$\bar{\tau}_{(100)} = \frac{1}{9} \times 645 = 71,67, \text{ кПа},$$

$$\bar{\tau}_{(200)} = \frac{1}{9} \times 965 = 107,22, \text{ кПа},$$

$$\bar{\tau}_{(300)} = \frac{1}{9} \times 1235 = 137,22, \text{ кПа}.$$

3. Смещенная оценка среднего квадратичного отклонения:

$$S_{\text{dis}(100)} = \sqrt{\frac{1}{9} \times 500,0001} = 7,45, \text{ кПа},$$

$$S_{\text{dis}(200)} = \sqrt{\frac{1}{9} \times 1055,5556} = 10,83, \text{ кПа},$$

$$S_{\text{dis}(300)} = \sqrt{\frac{1}{9} \times 1655,5556} = 13,56, \text{ кПа}.$$

4. Статистический критерий по табл.1  $v = 2.35$ .

5. Проверка на исключение грубых ошибок:

при  $\sigma = 100$  кПа

$$|\bar{\tau} - \tau_i|_{\text{max}} < v S_{\text{dis}(100)}$$

$$13,33 < 17,51;$$

при  $\sigma = 200$  кПа

$$|\bar{\tau} - \tau_i|_{\text{max}} < v S_{\text{dis}(200)}$$

$$17,22 < 25,45;$$

при  $\sigma = 300$  кПа

$$|\bar{\tau} - \tau_i|_{\text{max}} < v S_{\text{dis}(300)}$$

$$22,78 < 31,87.$$

Так как условия выполняются, ни одно из значений не исключается как грубая ошибка.

6. Составляем табл. 3.2.

№ опыта	$\sigma_i$	$\tau_i$	$\sigma_i^2$	$\sigma_i \tau_i$	$\dot{\tau}_i$	$\dot{\tau}_i - \tau_i$	$(\dot{\tau}_i - \tau_i)^2$
1	2	3	4	5	6	7	8
1	100	75	10000	7500	72,59	-2,41	5,8081
2	100	70	10000	7000	72,59	2,59	6,7081
3	100	75	10000	7500	72,59	-2,41	5,8081
4	100	65	10000	6500	72,59	7,59	57,6081
5	100	80	10000	8000	72,59	-7,41	54,9081
6	100	65	10000	6500	72,59	7,59	57,9081
7	100	85	10000	8500	72,59	-12,41	154,0081
8	100	60	10000	6000	72,59	12,59	158,5081
9	100	70	10000	7000	72,59	2,59	6,7081
10	200	95	40000	19000	105,37	10,37	107,5369
11	200	100	40000	20000	105,37	5,37	28,8369
12	200	120	40000	24000	105,37	-14,63	214,0369
13	200	110	40000	22000	105,37	-4,63	21,4369
14	200	110	40000	22000	105,37	-4,63	21,4369
15	200	90	40000	18000	105,37	15,37	236,2369
16	200	120	40000	24000	105,37	-14,63	214,0369
17	200	100	40000	20000	105,37	5,37	28,8369
18	200	120	40000	24000	105,37	-14,63	214,0369
19	300	115	90000	34500	138,15	23,15	535,9225
20	300	120	90000	36000	138,15	18,15	329,4225
21	300	160	90000	48000	138,15	-21,85	477,4225
22	300	150	90000	45000	138,15	-11,85	140,4225
23	300	135	90000	40500	138,15	3,15	9,9225
24	300	135	90000	40500	138,15	3,15	9,9225
25	300	150	90000	45000	138,15	-11,85	140,4225
26	300	135	90000	40500	138,15	3,15	9,9225
27	300	135	90000	40500	138,15	3,15	9,9225
<b>Σ</b>	<b>5400</b>	<b>2845</b>	<b>1 260 000</b>	<b>628 000</b>	-	-	<b>3257,4075</b>

6.1. Нормативное значение угла внутреннего трения:

$$\operatorname{tg} \varphi_n = \frac{27 \times 628\,000 - 2845 \times 5400}{27 \times 1\,260\,000 - 5400^2} = 0,3278.$$

6.2. Нормативное значение удельного сцепления:



$$C_n = \frac{2845 \times 1260000 - 5400 \times 628000}{27 \times 1260000 - 5400^2} = 39,81, \text{ кПа.}$$

6.3. Нормативный угол внутреннего трения:

$$\varphi_n = 18^\circ \text{ (так как } \operatorname{tg} \varphi_n = 0,3278)$$

7. Средняя квадратичная ошибка  $\tau$ :

$$S_\tau = \sqrt{\frac{1}{27-2} \times 3257,4075} = 11,41, \text{ кПа.}$$

8. Средняя квадратичная ошибка  $c$ :

$$S_c = 11,41 \times \sqrt{\frac{1260000}{27 \times 1260000 - 5400^2}} = 5,81, \text{ кПа.}$$

9. Средняя квадратичная ошибка  $\varphi$ :

$$S_{\operatorname{tg} \varphi} = 11,41 \times \sqrt{\frac{27}{27 \times 1260000 - 5400^2}} = 0,0269.$$

10. Коэффициенты вариации:

$$V_c = \frac{5,81}{39,81} = 0,15,$$

$$V_{\operatorname{tg} \varphi} = \frac{0,0269}{0,3278} = 0,08.$$

11. Доверительный интервал:

$$\delta_{\operatorname{tg} \varphi} = 1,7 \times 0,08 = 0,14,$$

$$\delta_c = 1,7 \times 0,15 = 0,26,$$

$$t_\alpha = 1,7 \text{ по табл. 2 (пункт 6.3 задачи 1).}$$

12. Коэффициент надежности по грунту:

$$\gamma_{g(\operatorname{tg} \varphi)} = \frac{1}{1 - 0,14} = 1,16$$

$$\gamma_{g(c)} = \frac{1}{1 - 0,26} = 1,35$$

13. Расчетное удельное сцепление:

$$c_1 = \frac{39,81}{1,35} \approx 30 \text{ кПа}$$

14. Расчетный угол внутреннего трения

$$\operatorname{tg} \varphi_1 = \frac{0,3278}{1,16} = 0,282 \rightarrow \varphi_1 = 16^\circ.$$

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЛУБИНЫ ПРОМЕРЗАНИЯ ДЛЯ ОДНОРОДНОЙ ТОЛЩИ ГРУНТОВ

Нормативную глубину сезонного промерзания грунта  $d_{fn}$  м при отсутствии данных многолетних наблюдений следует определять на основе теплотехнических расчётов. Она принимается равной средней из ежегодных максимальных глубин сезонного промерзания грунтов (по данным наблюдений за период не менее 10 лет) на открытой, оголённой от снега горизонтальной площадке при уровне подземных вод, расположенных ниже глубины сезонного промерзания грунтов. Нормативная глубина промерзания грунта в горных районах, как и в районах, где  $d_{fn} > 2,5$  м, должна определяться теплотехническим расчётом в соответствии с требованиями СНиП 2.02.04-90 по проектированию оснований и фундаментов на вечномерзлых грунтах.

### Задача 4

Определить глубину промерзания заданного однородного грунта.

#### Алгоритм решения

1. Для районов, где глубина промерзания не превышает 2,5 м, её нормативное значение допускается определять по формуле:

$$d_{fn} = d_0 \cdot \sqrt{M_t} \quad , \text{ м}, \quad (4.1)$$

где  $M_t$  – безразмерный коэффициент, численно равный сумме абсолютных значений среднемесячных отрицательных температур за зиму в данном районе, принимаемый по СНиП 23-01.99 по строительной климатологии и геофизике, а

при отсутствии в них данных для конкретного пункта или района строительства – по результатам наблюдений гидрометеорологической станции, находящейся в аналогичных условиях с районом строительства.

$d_0$  – величина принимаемая равной:

- для суглинков и глин – 0,23 м;
- супесей, мелких и пылеватых песков – 0,28 м;
- гравелистых, крупных и песков средней крупности – 0,3 м;
- крупнообломочных грунтов – 0,34 м.

2. Расчётная глубина сезонного промерзания грунта определяется по формуле :

$$d_f = k_h \times d_{fn}, \text{ м}, \quad (4.2)$$

где –  $k_h$  коэффициент, учитывающий влияние теплового режима сооружения, принимаемый: для наружных фундаментов отапливаемых сооружений по табл. 7; для наружных и внутренних фундаментов неотапливаемых сооружений  $k_h = 1,1$ , кроме районов с отрицательной среднегодовой температурой.

### Пример решения задачи

#### (вариант 30)

Определить глубину промерзания для здания с техническим подпольем при расчётной среднесуточной температуре воздуха в помещении, примыкающем к наружным фундаментам + 10 ° С, расположенного в г. Н. Новгороде ( $M_t=42$ ) в слое суглинка.

1. Нормативная глубина промерзания

$$d_{fn} = 0,23 \times \sqrt{42} = 1,49 \text{ м.}$$

2. Расчётная глубина сезонного промерзания

$$d_f = 0,6 \times 1,49 = 0,89 \text{ м.}$$

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЛУБИНЫ ПРОМЕРЗАНИЯ НЕОДНОРОДНОЙ ТОЛЩИ ГРУНТОВ

Значение  $d_0$  в формуле (4.1) для площадок, сложенных неоднородными по глубине грунтами (при наличии нескольких слоев с различными значениями  $d_{0i}$ ), определяется как средневзвешенное в пределах глубины промерзания.

В первом приближении рекомендуется принимать значение нормативной глубины промерзания  $d_{fn}$ , полученное по формуле (4.1), исходя из предположения, что весь сезоннопромерзающий слой сложен грунтом одного вида, имеющим коэффициент  $d_{01}$ . Значение  $d_{01}$ , принимаемое как среднее из величин  $d_{0i}$ , используется для уточнения нормативной глубины промерзания  $d_{fn}$  и средневзвешенного значения  $\bar{d}_0$  с учетом фактической толщины каждого слоя грунта.

### Задача 5

Определить глубину промерзания неоднородной толщи грунтов. Особенности сооружения и место строительства по задаче №4.

#### Алгоритм решения

1. Предположим, что слой сезонного промерзания сложен одним грунтом с  $d_{01}$ . Тогда нормативная глубина промерзания по формуле (4.1) равна:

$$d_{fn1} = d_{01} \cdot \sqrt{M_t}, \text{ м.} \quad (5.1)$$

2. В этом случае толщина нижнего слоя, которую следует учесть при определении средневзвешенного значения  $\bar{d}_0$ , равна:

$$h_3 = d_{fn1} - h_1 - h_2, \text{ м.} \quad (5.2)$$

3. Средневзвешенное значение:

$$\bar{d}_0 = \frac{(d_{01}h_1 + d_{02}h_2 + d_{03}h_3)}{d_{fn1}} \text{ м.} \quad (5.3)$$

4. С учетом  $\bar{d}_0$  нормативная глубина промерзания составит:

$$d_{fn} = \bar{d}_0 \times \sqrt{M_t}, \text{ м.} \quad (5.4)$$

5. Расчетная глубина сезонного промерзания:

$$d_f = k_h \times d_{fn}, \text{ м.} \quad (5.5)$$

### Пример решения задачи

#### (вариант 30)

Необходимо найти глубину промерзания на площадке, сложенной следующими грунтами. С поверхности залегает слой супеси  $h_1 = 0,5$  м, далее следует слой суглинка  $h_2 = 1$  м, подстилаемый крупнообломочным грунтом.

1. Предположим, что слой сезонного промерзания сложен одним грунтом с  $d_{01} = 0,28$  м (супесь).

$$d_{fn1} = 0,28 \cdot \sqrt{42} = 1,81 \text{ м.}$$

2. В этом случае толщина нижнего слоя, которую следует учесть при определении средневзвешенного значения  $\bar{d}_0$ , равна:

$$h_3 = 1,81 - 0,5 - 1 = 0,31 \text{ м.}$$

3. Средневзвешенное значение:

$$\bar{d}_0 = \frac{(0,28 \cdot 0,5 + 0,23 \cdot 1 + 0,34 \times 0,31)}{1,81} = 0,262 \text{ м.}$$

4. С учетом  $\bar{d}_0$  нормативная глубина промерзания составит:

$$d_{fn} = 0,262 \times \sqrt{42} = 1,7 \text{ м.}$$

5. Расчетная глубина сезонного промерзания:

$$d_f = 0,6 \times 1,7 = 1,02 \text{ м.}$$

## ОЦЕНКА СТЕПЕНИ МОРОЗОПАСНОСТИ ГЛИНИСТЫХ ПУЧИНИСТЫХ ГРУНТОВ

По степени морозоопасности пучинистые грунты разделяются на 5 групп:

- 1) практически непучинистые;
- 2) слабопучинистые;
- 3) среднепучинистые;
- 4) сильнопучинистые;
- 5) чрезмернопучинистые.

Принадлежность к одной из групп оценивается по параметру  $R_f$  при плотности грунта  $\rho_d = 1,5 \text{ г/см}^3$ .

$$R_f = 0,012(W - 0,1) + \frac{[W * (W - W_{cr})^2]}{W_L * W_p * \sqrt{M_0}}, \quad (6.1)$$

где  $W, W_p, W_L$  – влажность грунта в пределах промерзающего слоя, д. е.;

$W$  – природная влажность;

$W_p$  – влажность на границе раскатывания;

$W_L$  – влажность на границе текучести;

$W_{cr}$  – расчетная критическая влажность определяемая по графику (рис. 1);

$M_0$  – абсолютное значение среднезимней температуры.

Если  $\rho_d$  – для конкретного грунта отличается от  $1,5 \text{ г/см}^3$ , то расчетное значение  $R_f'$  корректируется по формуле:

$$R_f' = R_f \cdot \frac{\rho_d}{1,5}. \quad (6.2)$$

### Задача 6

Оценить степень пучинистости пылевато-глинистого грунта, слагающего основание.

#### Алгоритм решения

1. Определяем число пластичности пылевато-глинистого грунта:

$$J_p = W_L - W_p, \%. \quad (6.3)$$

Определяем тип пылевато–глинистого грунта:

$J_p \leq 7$  – супесь;

$7 < J_p \leq 17$  – суглинок;

$J_p > 17$  – глина.

2. По рис. 1 определяем расчетную критическую влажность  $W_{cr}$ .

3. По формуле (6.1) определяем параметр  $R_f$ .

4. Определяем плотность сухого грунта:

$$\rho_d = \frac{\rho}{1 + 0,01W}, \text{ г/см}^3, \quad (6.4)$$

где  $W$  – природная влажность, % .

5. Определяем расчетное значение  $R_f'$  по формуле (6.2).

6. Степень пучинистости определяем по табл. 8 в зависимости от содержания в грунте пылеватых частиц размером от 0,05 до 0,005 мм (если содержание таких частиц  $< 50\%$ , то степень пучинистости определяем по пунктам 1, 3, 6; если  $> 50\%$ , то по пунктам 2, 4, 5) и значению параметра  $R_f' \times 10^2$ . Делаем вывод о принадлежности к той или иной группе по пучинистости.

### Пример решения задачи

#### (вариант 30)

Дано:  $\rho = 1,54 \text{ г/см}^3$ ,  $W = 22\%$ ,  $W_L = 31\%$ ,  $W_p = 20\%$ ,  $M_0 = 7,5^\circ$ , содержание частиц от 0,05 до 0,005 мм – 51%.

1. Число пластичности:

$$J_p = 31 - 20 = 11\% \text{ – суглинок.}$$

2. Критическая влажность:

$$W_{cr} = 20,5\%.$$

3. Параметр  $R_f$  для оценки степени морозостойкости:

$$R_f = 0,012 \cdot (0,22 - 0,1) + \frac{[0,22 \cdot (0,22 - 0,205)^2]}{(0,31 \cdot 0,2 \cdot \sqrt{7,5})} = 0,00173.$$

4. Плотность сухого грунта:

$$\rho_d = \frac{1,54}{1 + 0,01 \cdot 22} = 1,26 \text{ г/см}^3.$$

5. Корректируем  $R_f$ :

$$R_f' = 0,00173 \times \frac{1,26}{1,5} = 0,00145.$$

6.  $R_f' \times 10^2 = 0,15$ .

Вывод: грунт суглинок относится к группе слабопучинистых грунтов.

## ОЦЕНКА СТЕПЕНИ МОРОЗОПАСНОСТИ ПЕСЧАНЫХ ГРУНТОВ

Крупнообломочные грунты с песчаным заполнителем, а также пески гравелистые, крупные и средние, не содержащие пылевато–глинистых фракций, относятся к непучинистым грунтам при любом положении уровня подземных вод. При водонасыщении в условиях замкнутого объема эти грунты относятся к группе слабопучинистых грунтов и песков, содержащих пылевато–глинистые фракции, определяются через показатель дисперсности  $D$ . Эти грунты относятся к непучинистым при  $D < 1$ , к пучинистым при  $D \geq 1$ . Для слабопучинистых грунтов показатель  $D$  изменяется от 1 до 5 ( $1 < D < 5$ ).

### Задача 7

Определить степень пучинистости природного кварцевого песка.

#### Алгоритм решения

1. Определяем средний размер частиц отдельных фракций. Диаметры отдельных фракций определяются по их минимальным размерам, умноженным на коэффициент 1,4. За расчетный диаметр последней тонкой фракции принимается ее максимальный размер, деленный на коэффициент 1,4.
2. Средний диаметр частиц грунта:



$$\bar{d} = \left( \frac{p_1}{d_1} + \frac{p_2}{d_2} + \dots + \frac{p_i}{d_i} \right)^{-1}, \text{ см}, \quad (7.1)$$

где  $p_1, p_2, \dots, p_i$  – процентное содержание отдельных фракций грунта, д.е ;

$d_1, d_2, \dots, d_i$  – средний диаметр частиц отдельных фракций, см .

3. Показатель дисперсности:

$$D = \frac{k}{\bar{d}^2 \times e}, \quad (7.2)$$

где  $k$  – коэффициент, равный  $1,85 \times 10^{-4}$ , см ;

$e$  – коэффициент пористости.

4. Оцениваем степень морозостойкости песка.

### Пример решения задачи

(вариант 30)

Дано: коэффициент пористости  $e=0,45$ ; гранулометрический состав сводим в табл.

7.1

Таблица 7.1

Размер частиц отдельных фракций, мм	< 0,1	< 0,05	< 0,005
Количество частиц, %	10	3	0

1. Средний размер частиц отдельных фракций:

$$d_1 (> 0,1) = 0,1 \times 1,4 = 0,14 \text{ мм};$$

$$d_2 (> 0,05) = 0,05 \times 1,4 = 0,07 \text{ мм};$$

$$d_3 (< 0,05) = 0,05 : 1,4 = 0,035 \text{ мм}.$$

2. Средний диаметр частиц грунта:

$$\bar{d} = \left( \frac{(1-0,1)}{0,014} + \frac{(0,1-0,03)}{0,007} + \frac{0,03}{0,0035} \right)^{-1} = 0,012 \text{ см} .$$

3. Показатель дисперсности:

$$D = \frac{1,85 \times 10^{-4}}{0,012^2 \times 0,45} = 2,85 .$$

4. По расчету песок относится к слабопучинистым грунтам, т.к.  $0 < D = 2,85 < 5$

## РАСЧЕТ ФУНДАМЕНТОВ НА УСТОЙЧИВОСТЬ ПРИ ДЕЙСТВИИ СИЛ МОРОЗНОГО ПУЧЕНИЯ ПРИ $d > d_f$

При строительстве на пучинистых грунтах следует рассчитывать на устойчивость и прочность фундаментов и грунтовых оснований на воздействие сил морозного пучения, действующих вдоль боковой поверхности фундамента. При этом при обеспечении нормальных условий эксплуатации зданий должно выполняться условие, при котором касательные силы морозного пучения, действующие на фундамент, не должны превышать сумму сил, удерживающих фундамент от выпучивания.

Устойчивость фундаментов на действие касательных сил морозного пучения грунтов, прилегающих к его боковой поверхности, проверяется по формуле:

$$\left| \tau_{fh} \times A_{fh} - F \right| \leq \frac{\gamma_c \times F_{rf}}{\gamma_n}, \quad (8.1)$$

где  $\tau_{fh}$  – значение расчетной удельной касательной силы пучения, кПа, определяемой опытным путем, а при отсутствии опытных данных по табл. 9 в зависимости от вида и влажности грунта; при этом для зданий I и II классов значения, приведенные в таблице, принимаются с коэффициентом 1, для зданий III класса – с коэффициентом 0,9;

$A_{fh}$  – площадь боковой поверхности фундамента, находящегося в пределах расчетной глубины сезонного промерзания, м<sup>2</sup>;

$F$  – расчетная постоянная нагрузка при коэффициенте надежности по нагрузке  $\gamma_f = 0,9$ ;

$F_{rf}$  – расчетное значение силы, удерживающей фундамент от выпучивания вследствие трения его боковой поверхности о талый грунт, кН;

$\gamma_c$  – коэффициент условий работы, принимаемый равным 1,1;

$\gamma_n$  – коэффициент надежности, принимаемый равным 1,1.

Проверка фундамента на действие касательных сил морозного пучения грунтов должна производиться как для законченного, так и для незавершенного к началу зимнего периода строительства сооружения. Если при этой проверке сила пучения окажется более удерживающей силы анкера, массы фундамента и возведенной части сооружения, то в проекте должны быть предусмотрены мероприятия, в том числе физико–химические по предохранению грунта от промерзания.

### Задача 8

Оценить устойчивость фундамента на действие касательных сил морозного пучения

#### Алгоритм решения

1. Расчетная схема (рис. 1.)

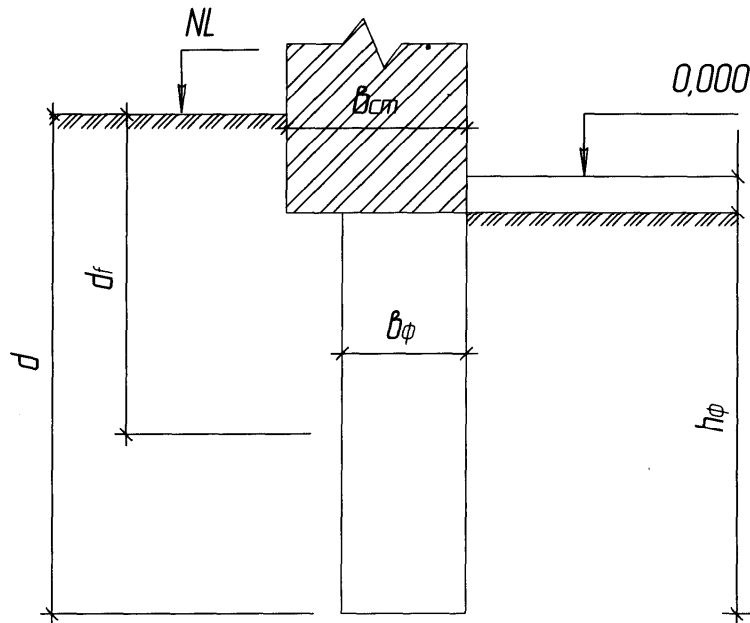


Рис. 1.

2. Площадь боковой поверхности фундамента, смерзающегося с грунтом:

$$A_{fh} = l \times d_f, \quad \text{м}^2, \quad (8.2)$$

где  $l$  – длина фундамента, принимаемая равной 1 п.м., м ;

$d_f$  – расчетная глубина промерзания, м .

3. Расчетная постоянная нагрузка:

$$F = \gamma_f (n_{o, \text{const}} + n_{\phi, n}), \quad \text{кН}, \quad (8.3)$$

где  $\gamma_f = 0,9$  – коэффициент надежности по нагрузке;

$n_{o, \text{const}}$  – нормативная постоянная нагрузка, действующая на обресе фундамента, кН ;

$n_{\phi, n}$  – нормативная нагрузка от собственного веса фундамента, кН,

$$n_{\phi, n} = l \times h_{\phi} \times \rho_{\phi} \times \gamma_{\delta}, \quad \text{кН}, \quad (8.4)$$

4. Расчетное значение силы, удерживающей фундамент от выпучивания за счет его трения о талый грунт:

$$F_{rf} = \sum_{i=1}^n R_i \times A_{f_i}, \quad \text{кН}, \quad (8.5)$$

где:  $R_{fi}$  – расчетное сопротивление талых грунтов сдвигу по боковой поверхности фундамента в  $i$ -м слое, допускается принимать по табл.10, кПа;

$A_{fi}$  – площадь вертикальной поверхности сдвига в  $i$ -м слое грунта,  $\text{м}^2$ ;

$n$  – число слоев.

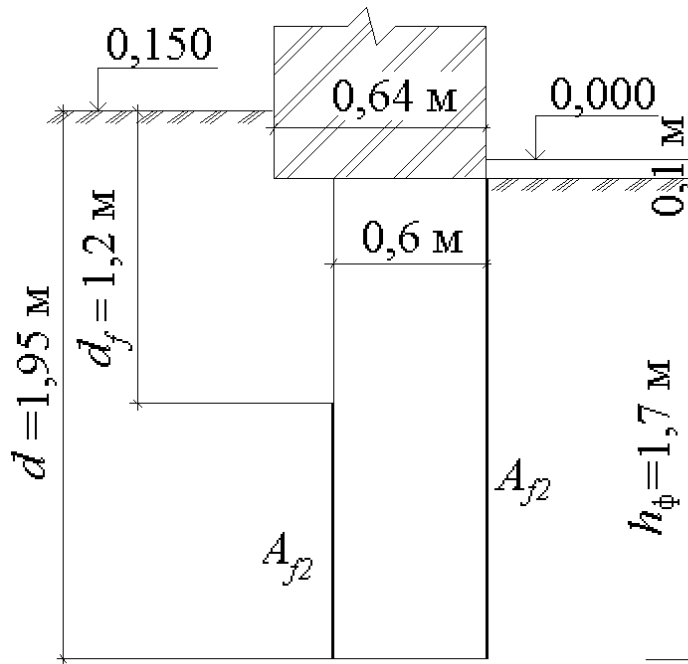
5. Проверяем условие (8.1).

### Пример решения задачи

#### (вариант 30)

Дано: грунтовое основание представлено супесями с показателем текучести  $J_L = 0,2$ ;  $d_f = 1,2$  м; фундамент ленточный, монолитный бетонный с гладкими бетонными необработанными поверхностями, выполнен бетонированием траншеи в распор, отметка природного рельефа  $NL = 0,15$ ,  $h_{\phi} = 1,7$  м,  $\rho = 0,6$  м,  $\rho_{\text{ст}} = 0,64$  м; здание II класса без подвала  $n_{o, \text{const}} = 102$  кН, толщина пола 0,1 м.

1. Расчетная схема:



2. Площадь боковой поверхности фундамента, сmerzающего с грунтом:

$$A_{fh} = 1 \times 1,2 = 1,2 \text{ м}^2.$$

3. Расчетная постоянная нагрузка:

$$F = 0,9 \times (102 + 24,99) = 114,3 \text{ кН},$$

$$\text{где } n_{\phi,n} = 1 \text{ п.м.} \times 1,7 \times 0,6 \times 24,5 = 24,99 \text{ кН.}$$

4. Расчетное значение силы, удерживающей фундамент от выпучивания за счет его трения о талый грунт:

$$F_{rf} = 39,025 \times 0,75 + 35 \times 1,7 = 88,77 \text{ кН},$$

где:

Сечение 1	Сечение 2
$A_{f1} = 1 (1,95 - 1,2) = 0,75 \text{ м}^2$	$A_{f2} = 1 \times 1,7 = 1,7 \text{ м}^2$
$H_1 = 1,2 + 0,75/2 = 1,575 \text{ м}$	$H_1 = 0,85 \text{ м}$
$J_L = 0,2$	$J_L = 0,2$
$R_{f1} = 39,025 \text{ кПа}$	$R_{f1} = 35 \text{ кПа}$

5. Проверяем условие (8.1)

$$\tau_{fn} \times A_{fn} - F \leq \frac{\gamma_c \times F_{rf}}{\gamma_n},$$

$\tau_{fh} = 70$  кПа (по табл. 9)

т.к.  $J_L = 0,2$ ;  $d_f = 1,2$  м; гладкая бетонная необработанная поверхность, выполнение бетонированием в траншее, класс здания II

$$|70 \times 1,2 - 114,3| < \frac{1,1 \times 88,77}{1,1}$$

$$30,3 \text{ кН} < 88,77 \text{ кН} .$$

Так как проверка выполняется, устойчивость фундамента на действие сил морозного пучения обеспечена.

### **РАСЧЕТ ФУНДАМЕНТОВ НА УСТОЙЧИВОСТЬ ПРИ ДЕЙСТВИИ НОРМАЛЬНЫХ СИЛ МОРОЗНОГО ПУЧЕНИЯ ПРИ $d < d_{\square}$**

1. При интенсивности пучения  $\varepsilon_{fh} > 0,05$  ленточные фундаменты всех стен здания должны быть жестко соединены между собой и объединены в единую конструкцию - систему перекрестных лент.

2. При недостаточной жесткости стен зданий, строящихся на сильнопучинистых и чрезмернопучинистых грунтах, следует производить их усиление путем устройства армированных или железобетонных поясов в уровне перекрытий.

3. Мелкозаглубленные столбчатые фундаменты на среднепучинистых ( $\varepsilon_{fh} > 0,05$ ), сильнопучинистых и чрезмерно пучинистых грунтах должны быть жестко соединены между собой фундаментными балками, объединенными в единую систему.

4. Секции зданий, имеющие разную высоту, следует устраивать на отдельных фундаментах.

5. Примыкающие к зданиям веранды на сильнопучинистых и чрезмерно пучинистых грунтах следует возводить на фундаментах, не связанных с фундаментами зданий.

6. Протяженные здания, строящиеся на грунтах с  $\varepsilon_{fh} \geq 0,05$ , необходимо разрезать по всей высоте на отдельные отсеки, длина которых принимается: для

среднепучинистых грунтов - до 30м, сильнопучинистых (при  $\varepsilon_{fn} \geq 0,12$ ) - до 24 м, чрезмерно пучинистых (при  $\varepsilon_{fn} > 0,12$ ) - до 18м,

7. Расчет мелкозаглубленных фундаментов производится в следующей последовательности:

а) на основе материалов изысканий определяется степень пучинистости грунта основания, и в зависимости от нее выбираются тип фундамента и конструкция фундамента

б) задаются предварительные размеры подошвы фундамента, глубина его заложения, толщина песчаной (песчано-гравийной) подушки;

в) в соответствии с требованиями СНиП 2.02.01-83\* «Основания зданий и сооружений» производится расчет основания по деформациям; в случае, когда под подошвой подушки залегает грунт меньшей прочности, чем прочность материала подушки, необходимо выполнить проверку этого грунта согласно СНиП 2.02.01-83\*;

г) выполняется расчет основания мелкозаглубленного фундамента по деформациям морозного пучения грунта.

8. Для устранения замачивания грунта основания на площадках следует устраивать надежный водоотвод атмосферных вод путем своевременного выполнения вертикальной планировки застраиваемой территории. Работы по вертикальной планировке необходимо производить так, чтобы не изменять направление естественных водостоков. Площадкам следует придавать наибольший уклон (не менее 3%) для стока атмосферных вод, а насыпные грунты послойно уплотнять механизмами до плотности не менее  $1,6 \text{ т/м}^3$  и пористости не более 40%. Следует сохранять на застраиваемой территории растительный покров, являющийся естественным утеплителем грунта; поверхность насыпного грунта покрывать почвенным слоем на 10-15 см и выполнять его задернение. Площадки должны быть надежно ограждены от стока поверхностных вод с соседних участков или прилегающих склонов местности путем устройства водоотводных канав, уклон которых должен быть не менее 5%. При высокой

фильтрационной способности грунтов, залегающих с нагорной стороны, следует предусматривать дренаж вокруг здания с отводом воды в пониженную сторону.

9. К разработке траншей и котлованов при устройстве мелкозаглубленных фундаментов следует приступать только после того, как на строительную площадку будут завезены фундаментные блоки и все необходимые материалы и оборудование, чтобы процесс возведения фундаментов выполнялся непрерывно, начиная от устройства котлованов и траншей и кончая обратной засыпкой пазух, уплотнением фунта и устройством отмостки. Цель такого требования—комплексно выполнять все работы, не допуская увлажнения грунтов основания.

### Задача 9

Оценить устойчивость фундамента на действие нормальных сил морозного пучения.

#### Алгоритм решения

1. Устойчивость фундамента на действие нормальных сил морозного пучения проверяется по формуле

$$P_r \leq \frac{\gamma_c}{\gamma_n} \cdot F, \text{ кПа}, \quad (9.1)$$

где  $P_r$ —удельная нормальная сила пучения грунта, в зависимости от вида фундамента определяется по формулам:

для ленточного фундамента

$$P_r = 2K_a \frac{d_z}{b} \sigma_s, \text{ кПа}; \quad (9.2)$$

для столбчатого фундамента

$$P_r = K_a \frac{u \cdot d_z}{A_f} \sigma_s, \text{ кПа}, \quad (9.3)$$

$\gamma_c$ — коэффициент условий работы=1;

$\gamma_n$ — коэффициент надежности по назначению=1.1;



$F$ -расчетная нагрузка на фундамент, принимаемая с коэффициентом 0.9;

$A_f$  – площадь подошвы фундамента, м<sup>2</sup>;

$u$  – периметр подошвы столбчатого фундамента, м;

$b$  – ширина подошвы ленточного фундамента, м;

$K_a$  – коэффициент условий работы пучинистого грунта под фундаментом, определяемый по табл. 11 в зависимости от  $d_z$  и площади подошвы  $A_f$ ; для ленточного фундамента  $A_f=b \cdot l$ , где  $l = 1$  м;

$d_z$  – толщина слоя грунта, м, под фундаментом, вызывающего деформацию пучения  $h_{fi}$ ;

2. Определяем  $d_z$  по формуле:

$$d_z = d_f - (d + h_n), \text{ м}, \quad (9.4)$$

где  $d_f$  – глубина промерзания грунта, м;

$h_n$  – толщина песчаной или гравийной подсыпки, м;

$d$  – глубина заложения фундамента, м.

3. Скорость перемещения грунта  $V_f$ , при его пучении под фундаментом определяется из выражения:

$$V_f = \frac{h_{fi}}{30t_d}, \text{ см/сут}, \quad (9.5)$$

где  $h_{fi}$  – подъем ненагруженного основания, см, определяемый по формуле

$$h_{fi} = h_f \left( 1 - \frac{d + h_n}{0,75d_f} \right)^2, \text{ м}, \quad (9.6)$$

где  $h_f$  – величина подъема ненагруженной поверхности фундамента,

$$h_f = \varepsilon \cdot d_f, \quad (9.7)$$

где  $\varepsilon$  – интенсивность пучения, определяемая по графику рис. 3;

$t_d$  – продолжительность периода промерзания грунта под фундаментом при продолжительности зимнего периода  $t_0$  (продолжительность с минусовой температурой в сутках разделить на 30 дней)

$$t_d = t_0 \left[ 1 - \left( \frac{d + h_n}{d_f} \right)^2 \right], \text{ мес.} \quad (9.8)$$

4. Расчетная отрицательная температура грунта, промерзшего под фундаментом, определяется по формуле:

$$T_d = T_n \left( 1 - \frac{d - h_n}{d_f} \right), \text{ } ^\circ\text{C}, \quad (9.9)$$

где  $T_n$  – расчетная температура у поверхности планировки грунта в период его промерзания под фундаментом,

$$T_n = \frac{2T_{\min} \cdot t_d}{t_0} \left( 1 - \frac{t_d}{2t_0} \right), \text{ } ^\circ\text{C}, \quad (9.10)$$

$$|T_n| \leq \left| \frac{T_{\min}}{2} \right|, \quad (9.11)$$

$T_{\min}$  – средняя температура воздуха наиболее холодного месяца зимнего периода, по СНиП Климатологии. При невыполнении неравенства в формулу определения  $T_d$  подставляется min значения модуля.

5. Находим  $\sigma_s$  – сопротивление смещению мерзлого грунта относительно фундамента, кПа, определяемое по графику (рис. 2) в зависимости от расчетной температуры  $T_d$  и скорости пучения  $V_f$  грунта под фундаментом.

6. Определяем удельную нормальную силу пучения грунта по формуле 9.3.

7. Проверяем условие 9.1.

Пример решения задачи  
(вариант 25)

Дано:  $N=120$  кН,  $b \cdot l=0,9 \cdot 0,8$  м,  $d_f=1,8$  м,  $d=0,2$  м,  $h_n=0,5$  м,  $R_f \cdot 10^2=0,5$ -суглинок пылеватый  $I_p=0,15$ , г.Барнаул.

Решение:

1. Площадь подошвы фундамента  $A_f=0,9 \cdot 0,8=0,72$  м<sup>2</sup>; периметр подошвы фундамента  $u=0,9+0,9+0,8+0,8=3,4$  м.

2. Толщина слоя грунта под фундаментом, вызывающего деформацию пучения:

$$d_z=1,8-(0,2+0,5)=1,1 \text{ м,}$$

тогда  $k_d=0,158$  по таб.11.

3. Интенсивность пучения  $\varepsilon=0,075$  по рис.3.

Величина подъема ненагруженной поверхности фундамента

$$h_f=\varepsilon \cdot d_f=0,075 \cdot 1,8=0,135.$$

Тогда подъем ненагруженного основания:

$$h_{fi}=h_f \cdot \left(1 - \frac{d+h_n}{0,75 \cdot d_f}\right)^2 = 0,135 \cdot \left(1 - \frac{0,2+0,5}{0,75 \cdot 1,8}\right)^2 = 0,031 \text{ м/сут} = 3,1 \text{ см в сутки,}$$

$t_0=5,6$  мес.

Продолжительность периода промерзания грунта под фундаментом:

$$t_d=t_0 \left[1 - \left(\frac{d-h_n}{d_f}\right)^2\right] = 5,6 \cdot \left(1 - \left[\frac{0,2+0,5}{1,8}\right]^2\right) = 4,75 \text{ мес.}$$

Скорость перемещения грунта при его пучении:

$$V_f = \frac{h_{fi}}{30t_d} = \frac{3,1}{30 \cdot 4,75} = 0,02 \text{ см/сут.}$$

4. Расчетная температура у поверхности планировки грунта в период его промерзания

$$T_n = \frac{2T_{\min} \cdot t_d}{t_0} \cdot \left(1 - \frac{t_d}{2t_0}\right) = \frac{2 \cdot 11,4 \cdot 4,75}{5,6} \cdot \left(1 - \frac{4,75}{2 \cdot 5,6}\right) = 11,14^\circ,$$

где  $T_{\min}=-11,4$ .

Т.к.  $11,14 > 5,7$ , —принимаем минимальное значение  $-5,7$ .

Тогда расчетная отрицательная температура грунта, промерзшего под фундаментом:

$$T_d = T_n \cdot \left( 1 - \frac{d - h_n}{d_f} \right) = -5,7 \cdot \left( 1 - \frac{0,2 - 0,5}{1,8} \right) = -4,75^\circ .$$

5. Сопротивление смещению мерзлого грунта относительно фундамента по графику рис.2  $\sigma_s = 200$  кПа.

6. Удельная нормальная сила пучения

$$P_r = K_a \cdot \frac{u \cdot d_z}{A_f} \cdot \sigma_s = 0,158 \cdot \frac{3,4 \cdot 1,1}{0,72} \cdot 200 = 164,14 \text{ кПа.}$$

7. Проверяем условие:

$$P_r \leq \frac{\gamma_c}{\gamma_n} \cdot F ; 164,14 \text{ кПа} > 1/1,1 \cdot 120 \cdot 0,9 = 98,2 \text{ кПа.}$$

Условие не выполняется, требуется увеличение глубины заложения фундамента или увеличение толщины песчаной подушки.

## ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ

## Задача 1

(значения  $\rho_i$ )

<i>n</i> \ Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1.4	1.5	1.37	1.42	1.51	1.46	1.58	1.56	1.64	1.55
2	1.5	1.9	1.42	1.44	1.52	1.49	1.53	1.51	1.7	1.62
3	1.5	1.8	1.47	1.51	1.64	1.52	1.6	1.52	1.68	1.64
4	1.6	1.8	1.49	1.6	1.68	1.54	1.61	1.6	1.53	1.68
5	1.6	1.3	1.54	1.67	1.51	1.56	1.53	1.61	1.64	1.57
6	1.5	1.5	1.62	1.69	1.5	1.5	1.64	1.57	1.61	1.54
7	1.5	1.5	1.7	1.7	1.59	1.5	1.61	1.59	1.72	1.7
8		1.5	1.66	1.55		1.59	1.57	1.61		1.7
9			1.69	1.55			1.57	1.63		
<i>n</i> \ Вариант	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	1.6	1.5	1.57	1.69	1.59	1.47	1.54	1.42	1.62	1.91
2	1.6	1.5	1.53	1.74	1.69	1.52	1.58	1.49	1.64	1.87
3	1.5	1.6	1.47	1.76	1.67	1.55	1.62	1.54	1.68	1.85
4	1.7	1.6	1.57	1.71	1.59	1.54	1.67	1.58	1.7	1.8
5	1.7	1.6	1.62	1.68	1.56	1.59	1.72	1.6	1.57	1.72
6	1.5	1.5	1.56	1.62	1.62	1.49	1.54	1.42	1.62	1.74
7	1.4	1.7	1.64	1.7	1.67	1.63	1.55	1.65	1.68	1.76
8	1.5	1.7		1.71	1.65	1.68	1.59	1.55	1.7	1.71
9	1.5	1.6			1.68	1.71	1.73	1.57	1.7	
10		1.8				1.54	1.82	1.59	1.72	
<i>n</i> \ Вариант	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	1.4	1.5	1.64	1.37	1.41	1.42	1.4	1.5	1.8	1.5
2	1.5	1.5	1.62	1.39	1.48	1.49	1.58	1.53	1.78	1.52
3	1.5	1.6	1.51	1.42	1.52	1.52	1.51	1.58	1.74	1.58
4	1.6	1.6	1.58	1.44	1.58	1.54	1.54	1.6	1.7	1.6
5	1.6	1.5	1.71	1.55	1.64	1.56	1.57	1.62	1.66	1.53
6	1.7	1.7	1.74	1.58	1.7	1.62	1.6	1.64	1.62	1.55
7	1.7	1.7	1.79	1.6	1.72	1.68	1.62	1.7	1.67	1.59
8		1.7	1.8	1.68	1.78	1.66	1.67	1.74		1.6
9				1.69	1.84	1.7				

## Задача 2

<b>Вар-т</b> <b>Хар-ка</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
$\rho, \text{г/см}^3$	1.83	1.72	1.68	1.59	1.47	1.54	1.68	1.74	1.71	1.82
$\rho_S, \text{г/см}^3$	2.8	2.94	2.62	2.64	2.24	2.32	2.81	2.79	2.67	2.72
$W, \%$	12	12	12	12	12	13	13	13	13	13
$W_p, \%$	10	11	9	10	11	12	11	10	11	12
$W_L, \%$	18	20	20	19	14	22	24	28	20	20
<b>Вар-т</b> <b>Хар-ка</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>20</b>
$\rho, \text{г/см}^3$	1.94	2.02	1.93	1.82	1.77	1.64	1.57	1.66	1.71	1.82
$\rho_S, \text{г/см}^3$	2.78	2.71	2.7	2.68	2.67	2.62	2.61	2.52	2.53	2.48
$W, \%$	16	16	16	16	16	13	13	13	13	13
$W_p, \%$	12	13	14	15	14	12	11	10	9	12
$W_L, \%$	28	21	18	19	24	28	20	24	29	20
<b>Вар-т</b> <b>Хар-ка</b>	<b>21</b>	<b>22</b>	<b>23</b>	<b>24</b>	<b>25</b>	<b>26</b>	<b>27</b>	<b>28</b>	<b>29</b>	<b>30</b>
$\rho, \text{г/см}^3$	1.98	2.1	1.94	1.88	1.73	1.69	1.6	1.76	1.82	1.97
$\rho_S, \text{г/см}^3$	2.72	2.68	2.64	2.62	2.83	2.92	2.88	2.91	2.69	2.68
$W, \%$	15	15	15	15	15	14	14	14	14	14
$W_p, \%$	14	13	12	11	10	10	11	12	13	12
$W_L, \%$	24	28	21	22	23	35	30	20	25	17

### Задача 3

Вариант 1			Вариант 2			Вариант 3			Вариант 4			Вариант 5			Вариант 6			Вариант 7		
Значения $\tau_i$ при			Значения $\tau_i$ при			Значения $\tau_i$ при			Значения $\tau_i$ при			Значения $\tau_i$ при			Значения $\tau_i$ при			Значения $\tau_i$ при		
$\sigma=$ 100 кПа	$\sigma=$ 200 кПа	$\sigma=$ 300 кПа	$\sigma=$ 100 кПа	$\sigma=$ 200 кПа	$\sigma=$ 300 кПа	$\sigma=$ 100 кПа	$\sigma=$ 200 кПа	$\sigma=$ 300 кПа	$\sigma=$ 100 кПа	$\sigma=$ 200 кПа	$\sigma=$ 300 кПа	$\sigma=$ 100 кПа	$\sigma=$ 200 кПа	$\sigma=$ 300 кПа	$\sigma=$ 100 кПа	$\sigma=$ 200 кПа	$\sigma=$ 300 кПа	$\sigma=$ 100 кПа	$\sigma=$ 200 кПа	$\sigma=$ 300 кПа
65	90	120	70	90	120	80	90	120	75	95	125	60	80	115	75	95	120	60	75	110
70	90	110	70	100	135	75	100	120	75	100	120	65	80	105	80	110	130	70	90	120
60	100	110	60	90	140	75	110	120	80	100	120	65	80	105	80	100	120	80	100	120
65	105	125	65	90	145	60	100	130	85	115	120	70	80	100	85	120	130	85	100	120
70	105	140	70	110	145	65	110	130	80	115	130	75	110	135	75	110	140	90	120	135
70	105	145	75	110	150	70	110	135	60	100	140	75	120	140	70	110	150	85	120	140
70	110	150	80	100	120	70	120	140	65	100	140	80	120	140				70	110	140
75	125	160	70	110	135	75	135	145	70	100	150	75	120	160						
			75	110	140	80	120	150	70	100	160	70	120	170						
						80	125	150	75	100	170	65	110	160						
									80	100	165	70	115	170						

Продолжение зад.3

Вариант 8			Вариант 9			Вариант 10			Вариант 11			Вариант 12			Вариант 13			Вариант 14		
Значения $\tau_i$ при			Значения $\tau_i$ при			Значения $\tau_i$ при			Значения $\tau_i$ при			Значения $\tau_i$ при			Значения $\tau_i$ при			Значения $\tau_i$ при		
$\sigma=$ 100 кПа	$\sigma=$ 200 кПа	$\sigma=$ 300 кПа	$\sigma=$ 100 кПа	$\sigma=$ 200 кПа	$\sigma=$ 300 кПа	$\sigma=$ 100 кПа	$\sigma=$ 200 кПа	$\sigma=$ 300 кПа	$\sigma=$ 100 кПа	$\sigma=$ 200 кПа	$\sigma=$ 300 кПа	$\sigma=$ 100 кПа	$\sigma=$ 200 кПа	$\sigma=$ 300 кПа	$\sigma=$ 100 кПа	$\sigma=$ 200 кПа	$\sigma=$ 300 кПа	$\sigma=$ 100 кПа	$\sigma=$ 200 кПа	$\sigma=$ 300 кПа
65	70	100	70	85	100	70	80	115	60	70	80	75	80	95	70	80	100	60	80	100
65	75	110	70	95	120	75	90	100	65	70	80	80	90	105	75	90	120	65	80	90
70	100	125	80	105	120	80	100	120	70	80	100	85	90	110	80	100	110	60	90	115
75	110	130	80	110	130	85	100	125	75	95	100	85	100	110	80	100	120	65	90	120
80	120	135	85	120	135	90	100	140	70	100	120	90	110	120	80	115	120	70	85	125
85	120	140	75	110	120	95	115	130	65	100	110	80	115	125	80	120	145	75	95	130
90	120	150	70	110	125	90	120	140	60	90	120	85	120	140				80	90	110
95	130	165	75	100	130	85	130	150	60	90	120	85	125	140						
			80	100	130	60	100	150												



Вариант 15			Вариант 16			Вариант 17			Вариант 18			Вариант 19			Вариант 20			Вариант 21		
Значения $\tau$ , при			Значения $\tau$ , при			Значения $\tau$ , при			Значения $\tau$ , при			Значения $\tau$ , при			Значения $\tau$ , при			Значения $\tau$ , при		
$\sigma=$ 100 кПа	$\sigma=$ 200 кПа	$\sigma=$ 300 кПа	$\sigma=$ 100 кПа	$\sigma=$ 200 кПа	$\sigma=$ 300 кПа	$\sigma=$ 100 кПа	$\sigma=$ 200 кПа	$\sigma=$ 300 кПа	$\sigma=$ 100 кПа	$\sigma=$ 200 кПа	$\sigma=$ 300 кПа	$\sigma=$ 100 кПа	$\sigma=$ 200 кПа	$\sigma=$ 300 кПа	$\sigma=$ 100 кПа	$\sigma=$ 200 кПа	$\sigma=$ 300 кПа	$\sigma=$ 100 кПа	$\sigma=$ 200 кПа	$\sigma=$ 300 кПа
80	90	120	70	80	100	65	70	90	60	70	90	85	90	100	70	80	90	65	75	90
75	100	120	75	100	120	70	85	90	65	80	90	80	90	100	70	85	100	60	70	95
70	100	130	70	90	140	70	90	100	65	80	110	80	100	120	60	85	90	60	70	95
70	115	135	75	90	145	60	100	125	70	80	115	75	90	140	65	90	110	75	80	95
70	110	140	80	90	150	80	100	135	65	80	100	80	85	120	80	100	120	75	85	100
60	90	145	85	100	120	85	100	135	80	95	110	85	95	120	85	100	125	80	100	120
60	90	140	85	115	135	85	115	145	85	110	135	90	100	110				80	100	120
85	95	130	85	115	140	80	120	155	85	120	140	95	110	120						
			80	120	170	80	120	160	90	120	150	80	110	130						
						90	100	140	70	100	120	75	120	135						
									70	90	100	80	100	130						
												80	100	135						

Продолжение зад.3

Вариант 22			Вариант 23			Вариант 24			Вариант 25			Вариант 26			Вариант 27			Вариант 28		
Значения $\tau_i$ при			Значения $\tau_i$ при			Значения $\tau_i$ при			Значения $\tau_i$ при			Значения $\tau_i$ при			Значения $\tau_i$ при			Значения $\tau_i$ при		
$\sigma=$ 100 кПа	$\sigma=$ 200 кПа	$\sigma=$ 300 кПа	$\sigma=$ 100 кПа	$\sigma=$ 200 кПа	$\sigma=$ 300 кПа	$\sigma=$ 100 кПа	$\sigma=$ 200 кПа	$\sigma=$ 300 кПа	$\sigma=$ 100 кПа	$\sigma=$ 200 кПа	$\sigma=$ 300 кПа	$\sigma=$ 100 кПа	$\sigma=$ 200 кПа	$\sigma=$ 300 кПа	$\sigma=$ 100 кПа	$\sigma=$ 200 кПа	$\sigma=$ 300 кПа	$\sigma=$ 100 кПа	$\sigma=$ 200 кПа	$\sigma=$ 300 кПа
70	80	90	80	90	100	70	80	100	70	80	100	85	90	100	70	80	100	75	95	115
65	80	100	75	90	110	65	85	110	70	95	110	75	90	110	75	90	100	70	100	120
70	85	110	70	90	120	70	80	120	85	95	120	80	95	115	80	100	110	75	120	160
70	95	115	90	100	120	70	90	120	90	100	120	85	100	110	80	90	100	65	110	150
75	100	115	80	120	130	85	100	135	70	100	120	90	110	120	85	110	120	80	110	135
80	100	115	65	100	130	75	100	140	60	90	100	95	100	120	90	110	120	65	90	135
80	100	130	60	90	120	65	90	120	65	90	110	100	120	130				85	120	150
85	100	135	70	80	100	70	80	100	70	90	110	85	90	100				60	100	135
			70	80	100	85	100	125	75	90	100	80	90	120				70	120	135
						90	120	145	80	100	125	100	130	140						
												110	135	145						

## Задача 4

Вариант	Особенности сооружения	$t^{\circ}\text{C}$	Место строительства (город)	$Mt$	Тип грунта
1	Без подвала с полами по грунту	0	Пермь	55,2	крупный песок
2	Без подвала с полами на лагах	15	Волгоград	26,3	
3	Без подвала по утеплённому перекрытию	12,5	Киров	52,4	пылеватый песок
4	С подвалом	2,5	Тверь	35,6	
5	С техническим подпольем	7,5	Челябинск	59,1	мелкий песок
6	Без подвала с полами по грунту	2,5	Барнаул	66,9	
7	Без подвала с полами на лагах	12,5	Архангельск	56,8	глина
8	Без подвала по утеплённому перекрытию	10	Белгород	22,6	
9	С подвалом	7,5	Оренбург	52,6	супесь
10	С техническим подпольем	0	Самара	48,4	
11	Без подвала с полами по грунту	5	Кострома	41,7	суглинок
12	Без подвала с полами на лагах	7,5	Москва	34,3	
13	Без подвала по утеплённому перекрытию	5	Брянск	27,2	крупно-обломоч. грунт
14	С подвалом	10	Псков	22,7	
15	С техническим подпольем	15	Смоленск	27,7	гравелист. песок
16	Без подвала с полами по грунту	7,5	Орел	31,0	
17	без подвала с полами на лагах	5	Калуга	33,9	песок средней крупности
18	Без подвала по утеплённому перекрытию	0	Томск	73,9	
19	С подвалом	12,5	Владимир	39,0	крупный песок
20	С техническим подпольем	7,5	Чебоксары	46,5	
21	Без подвала с полами по грунту	10	Новосибирск	73,5	пылеватый песок
22	Без подвала с полами на лагах	2,5	Пермь	55,2	
23	Без подвала по утеплённому перекрытию	7,5	Волгоград	26,3	мелкий песок
24	С подвалом	15	Киров	52,4	
25	С техническим подпольем	12,5	Тверь	35,6	глина
26	Без подвала с полами по грунту	15	Челябинск	59,1	
27	Без подвала с полами на лагах	0	Барнаул	66,9	супесь
28	Без подвала по утеплённому перекрытию	12,5	Белгород	22,6	
29	С подвалом	0	Оренбург	52,6	суглинок
30	С техническим подпольем	10	г.Н.Новгород	42	

## Задача 5

Вариант	ИГЭ 1	ИГЭ 2	ИГЭ 3
1	Пылев. пес. $h_1 = 1,2\text{м}$	суглинок $h_2 = 0,4\text{м}$	глина
2	Супесь $h_1 = 0,7\text{м}$	кр. Песок $h_2 = 0,5\text{м}$	песок ср. крупн.
3	Глина $h_1 = 1,0\text{м}$	мелкий песок $h_2 = 0,3\text{м}$	гравелистый песок
4	Супесь $h_1 = 0,5\text{м}$	глина $h_2 = 0,7\text{м}$	мелкий песок
5	Суглинок $h_1 = 1,4\text{м}$	пылев. песок $h_2 = 0,2\text{м}$	супесь
6	Песок ср.крупн. $h_1 = 1,8\text{м}$	супесь $h_2 = 0,3\text{м}$	крупный песок
7	Мелкий песок $h_1 = 0,3\text{м}$	мелкий песок $h_2 = 1,0\text{м}$	глина
8	Гравел. песок $h_1 = 0,3\text{м}$	суглинок $h_2 = 0,3\text{м}$	песок ср. крупн.
9	Супесь $h_1 = 0,4\text{м}$	пылев. песок $h_2 = 0,4\text{м}$	крупнообл. грунт
10	Крупный песок $h_1 = 0,5\text{м}$	глина $h_2 = 1,2\text{м}$	супесь
11	Пылеват. песок $h_1 = 1,0\text{м}$	мел. песок $h_2 = 0,3\text{м}$	мелкий песок
12	Суглинок $h_1 = 0,6\text{м}$	песок сред. $h_2 = 0,7\text{м}$	суглинок
13	Супесь $h_1 = 0,9\text{м}$	крупн. песок $h_2 = 0,2\text{м}$	глина
14	Супесь $h_1 = 0,4\text{м}$	суглинок $h_2 = 0,5\text{м}$	песок ср. крупн.
15	Мелкий песок $h_1 = 0,5\text{м}$	пылев. песок $h_2 = 0,8\text{м}$	глина
16	Мелкий песок $h_1 = 1,1\text{м}$	супесь $h_2 = 0,2\text{м}$	крупнообл. грунт
17	Песок ср. крупн. $h_1 = 1,0\text{м}$	супесь $h_2 = 0,3\text{м}$	глина
18	Суглинок $h_1 = 1,3\text{м}$	глина $h_2 = 0,5\text{м}$	крупный песок
19	Мелкий песок $h_1 = 0,4\text{м}$	пылев. песок $h_2 = 0,7\text{м}$	супесь
20	Супесь $h_1 = 0,2\text{м}$	суглинок $h_2 = 0,9\text{м}$	суглинок
21	Глина $h_1 = 0,5\text{м}$	глина $h_2 = 1,2\text{м}$	песок ср. крупн.
22	Суглинок $h_1 = 1,2\text{м}$	мел. песок $h_2 = 0,2\text{м}$	супесь
23	Песок ср. крупн. $h_1 = 0,5\text{м}$	суглинок $h_2 = 0,5\text{м}$	мелкий песок
24	Мелкий песок $h_1 = 0,8\text{м}$	супесь $h_2 = 1,0\text{м}$	крупнообл. грунт
25	Суглинок $h_1 = 0,3\text{м}$	пылев. песок $h_2 = 0,9\text{м}$	суглинок
26	Мелкий песок $h_1 = 1,3\text{м}$	глина $h_2 = 0,4\text{м}$	супесь
27	Супесь $h_1 = 1,5\text{м}$	пылев. песок $h_2 = 0,2\text{м}$	крупный песок
28	Суглинок $h_1 = 0,2\text{м}$	глина $h_2 = 0,7\text{м}$	песок ср. крупн.
29	Пылев. песок $h_1 = 1,1\text{м}$	мелкий песок $0,7\text{м}$	супесь
30	Супесь $h_1 = 0,5\text{м}$	суглинок $h_2 = 1,0\text{м}$	крупнообл. грунт

## Задача 6

Вариант	$\rho$ [Г/см <sup>3</sup> ]	$W$ [%]	$W_L$ [%]	$W_p$ [%]	$M_0$ [ °]	Содержание частиц от 0,05 до 0,005мм [%]
1	1,51	24	28	22	6,3	25
2	1,5	19	29	18	6,3	28
3	1,5	24	40	22	6,3	30
4	1,65	27	29	24	6,3	32
5	1,65	29	38	27	6,3	37
6	1,7	18	35	16	5,7	59
7	1,7	25	27	22	5,7	60
8	1,7	20	32	17	5,7	55
9	1,7	21	38	20	5,7	63
10	1,7	22	20	17	5,7	67
11	1,75	19	25	16	6,0	68
12	1,75	19	29	9	6,0	52
13	1,75	20	24	15	6,0	45
14	1,75	22	29	19	6,0	40
15	1,75	22	30	10	6,0	35
16	1,8	25	25	20	7,5	30
17	1,8	28	35	24	7,5	54
18	1,8	20	34	10	7,5	60
19	1,56	21	20	16	7,5	58
20	1,56	23	31	18	7,5	35
21	1,56	23	26	21	6,8	36
22	1,56	19	28	10	6,8	62
23	1,58	20	34	15	6,8	58
24	1,58	21	28	17	6,8	50
25	1,58	22	31	16	7,2	46
26	1,65	18	21,5	12	7,2	42
27	1,65	20	28	14	7,2	38
28	1,65	21	32	16	7,2	46
29	1,68	21	29	11	7,5	48
30	1,54	22	31	20	7,5	51

## Задача 7

Варианты	Коэффициент пористости	Размер частиц отдельных фракций, мм			Варианты	Коэффициент пористости	Размер частиц отдельных фракций, мм		
		< 0,1	< 0,05	< 0,005			< 0,1	< 0,05	< 0,005
		Количество частиц, %					Количество частиц, %		
1	0,3	7	5	0	1	0,35	11	4	0
2	0,35	25	15	0	2	0,38	9	4	0
3	0,37	20	10	9,2	3	0,4	10	9	0
4	0,38	8	4	0	4	0,41	18	12	9,1
5	0,4	23	12	0	5	0,43	7	4	0
6	0,42	18	11	9,7	6	0,5	11	9	0
7	0,45	22	14	0	7	0,55	12	9	0
8	0,48	8	6	0	8	0,57	15	11	9,2
9	0,5	25	15	9	9	0,62	12	10	0
10	0,51	25	17	9,2	10	0,66	8	5	0
11	0,52	19	9	9,4	11	0,68	17	10	0
12	0,55	9	5	0	12	0,7	20	10	9
13	0,58	24	16	0	13	0,75	22	11	9
14	0,6	10	2	0	14	0,8	16	11	0
15	0,65	10	4	0	15	0,82	10	3	0

## Задача 8

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
грунт	супесь					суглинок				
$J_L$	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	0,55	0,6	0,65
$d_f$ , м	1,0	1,1	1,15	1,18	1,2	1,22	1,25	1,21	1,1	1,1
хар-ка ф-та	гладкая бетонная необработанная поверхность					шерох. бет. с выступами и кавернами до 20 мм				
толщ. пола, м	0,1	0,11	0,1	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19
$h_{\phi}$ , м	1,9	1,95	1,8	1,65	1,7	1,75	1,8	1,75	1,7	1,95
$b$ , м	0,5	0,6	0,7	0,5	0,6	0,7	0,5	0,6	0,7	0,5
$b_{ст}$ , м	0,5	0,64	0,77	0,51	0,64	0,77	0,51	0,64	0,77	0,51
$NL$	-	-	0,1	0	0,12	0,14	0,15	0,2	0,22	0,1
класс здан.	I					II				
$n_{o, const}$ , кН	114	100	110	115	118	121	124	120	135	130
вариант	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>20</b>
грунт	глина					глина				
$J_L$	0,6	0,6	0,55	0,5	0,45	0,4	0,35	0,3	0,25	0,2
$d_f$ , м	1,0	1,2	1,14	1,2	1,22	1,28	1,3	1,3	1,38	1,2
хар-ка фундамента	шерох. бетонная с высту- пами и кавернами до 5 мм					шерох. бетонная с выступами и кавернами до 20 мм				
толщ. пола, м	0,1	0,11	0,1	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19
$h_{\phi}$ , м	1,6	1,9	1,5	1,75	1,65	1,85	1,7	1,75	1,8	1,7
$b$ , м	0,6	0,7	0,5	0,6	0,7	0,5	0,6	0,7	0,5	0,6
$b_{ст}$ , м	0,6	0,77	0,6	0,64	0,77	0,51	0,64	0,77	0,51	0,64
$NL$	0,1	0,1	-0,1	0,12	-	-0,15	-0,2	-	-0,1	0,15
класс здан.	III					III				
$n_{o, const}$ , кН	128	123	104	111	108	112	129	130	145	150
вариант	<b>21</b>	<b>22</b>	<b>23</b>	<b>24</b>	<b>25</b>	<b>26</b>	<b>27</b>	<b>28</b>	<b>29</b>	<b>30</b>
грунт	суглинок					супесь				
$J_L$	0,6	0,6	0,55	0,5	0,45	0,4	0,35	0,3	0,25	0,2
$d_f$ , м	1,1	1,2	1,25	1,3	1,22	1,25	1,3	1,35	1,38	1,2
хар-ка ф-та	гладкая бет. необработанная поверхность					гладкая бет. необработанная поверхность				
толщ. пола, м	0,1	0,11	0,1	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19
$h_{\phi}$ , м	1,6	1,95	2	2,2	1,9	1,85	1,75	1,75	1,8	1,7
$b$ , м	0,6	0,7	0,5	0,6	0,7	0,5	0,6	0,7	0,5	0,6
$b_{ст}$ , м	0,6	0,77	0	0,64	0,77	0,51	0,64	0,77	0,51	0,64
$NL$	0,1	0,1	-0,1	-0,2	-0,4	-0,15	-0,2	-0,2	-0,1	0,15
класс здан.	I					II				
$n_{o, const}$ , кН	148	132	112	125	144	120	121	134	112	102

## Задача 9

Хар-ки Вариант	$N$	$b$	$l$	$d_f$	$d$	$h_n$	$R_f \cdot 10^2$	Тип грунта	$I_p$	Город
1	120	0,8	1,2	1,9	0,5	0,4	0,9	сугл. пылев.	0,14	Катанда
2	110	0,9	1,3	1,8	0,3	0,4	1,0	суглинок	0,08	Родино
3	95	1,1	0,7	2,0	0,6	0,5	1,1	сугл. пылев.	0,16	Среднекан
4	90	1,3	0,6	1,9	0,2	0,5	1,2	суглинок	0,15	Благовещенск
5	80	1,2	0,5	2,0	0,3	0,3	1,3	сугл. пылев.	0,14	Огорон
6	85	1	0,6	1,9	0,4	0,3	1,4	супесь	0,03	Поярково
7	100	0,9	0,9	2,0	0,5	0,4	1,5	сугл. пылев.	0,15	Тында
8	115	0,8	1	1,8	0,1	0,4	1,6	суглинок	0,11	Черняево
9	125	0,7	1,1	1,8	0,2	0,5	1,7	глина	0,18	Шимановск
10	130	0,6	1,2	2,0	0,3	0,5	1,8	супесь	0,05	Экимчан
11	123	0,5	1,3	1,6	0,4	0,3	1,9	глина	0,22	Баргузин
12	112	0,6	1,1	1,7	0,5	0,3	1,8	суглинок	0,08	Новосибирск
13	106	0,7	1,2	1,6	0,7	0,4	1,7	супесь пыл.	0,04	Братск
14	96	0,8	1,3	1,6	0,6	0,4	1,6	суглинок	0,09	Дубровское
15	67	0,9	1	1,2	0,5	0,5	1,5	сугл. пылев.	0,16	Илимск
16	87	1,1	1,1	1,5	0,4	0,5	1,4	суглинок	0,09	Иркутск
17	84	1,2	0,9	1,6	0,3	0,3	1,3	сугл. пылев.	0,16	Марково
18	80	1,1	0,9	1,7	0,2	0,3	1,2	суглинок	0,15	Преображенка
19	77	1	1,1	1,5	0,1	0,4	1,1	глина	0,21	Кемерово
20	72	0,9	0,8	1,5	0,2	0,4	1,0	сугл. пылев.	0,15	Воркута
21	70	0,8	0,7	1,8	0,3	0,5	0,9	глина	0,19	Агата
22	65	0,7	0,9	1,6	0,4	0,5	1,0	суглинок	0,09	Богучаны
23	63	0,6	1	1,6	0,5	0,3	1,1	глина	0,2	Волочанка
24	60	0,5	1,1	1,5	0,6	0,3	1,2	суглинок	0,18	Нарьян-Мар
25	120	0,9	0,8	1,8	0,2	0,5	1,3	сугл. пылев.	0,15	Якутск



## ПРИЛОЖЕНИЯ

Таблица 1

Зависимость величины статического критерия  $v$  от числа определений  $n$ 

Число опред. $n$	Значение критерия $v$	Число опред. $n$	Значение критерия $v$	Число опред. $n$	Значение критерия $v$
<b>6</b>	2,07	<b>21</b>	2,80	<b>36</b>	3,03
<b>7</b>	2,18	<b>22</b>	2,82	<b>37</b>	3,04
<b>8</b>	2,27	<b>23</b>	2,84	<b>38</b>	3,05
<b>9</b>	2,35	<b>24</b>	2,86	<b>39</b>	3,06
<b>10</b>	2,41	<b>25</b>	2,88	<b>40</b>	3,07
<b>11</b>	2,47	<b>26</b>	2,90	<b>41</b>	3,08
<b>12</b>	2,52	<b>27</b>	2,91	<b>42</b>	3,09
<b>13</b>	2,56	<b>28</b>	2,93	<b>43</b>	3,10
<b>14</b>	2,60	<b>29</b>	2,94	<b>44</b>	3,11
<b>15</b>	2,64	<b>30</b>	2,96	<b>45</b>	3,12
<b>16</b>	2,67	<b>31</b>	2,97	<b>46</b>	3,13
<b>17</b>	2,70	<b>32</b>	2,98	<b>47</b>	3,14
<b>18</b>	2,73	<b>33</b>	3,00	<b>48</b>	3,14
<b>19</b>	2,75	<b>34</b>	3,01	<b>49</b>	3,15
<b>20</b>	2,78	<b>35</b>	3,02	<b>50</b>	3,16

**Коэффициент  $t_\alpha$  для определения показателя точности оценки среднего значения характеристики грунта**

Число степеней свободы $n-1$ для $R_c$ и $\gamma$ и $n-2$ для $s$ и $\varphi$	Коэффициент $t_\alpha$ при односторонней доверительной вероятности $\alpha$ , равной:				
	0,85	0,90	0,95	0,98	0,99
2	1,34	1,89	2,92	4,87	6,96
3	1,25	1,64	2,35	3,45	4,54
4	1,19	1,53	2,13	3,02	3,75
5	1,16	1,48	2,01	2,74	3,36
6	1,13	1,44	1,94	2,63	3,14
7	1,12	1,41	1,90	2,54	3,00
8	1,11	1,40	1,86	2,49	2,90
9	1,10	1,38	1,83	2,44	2,82
10	1,10	1,37	1,81	2,40	2,76
11	1,09	1,36	1,80	2,36	2,72
12	1,08	1,36	1,78	2,33	2,68
13	1,08	1,35	1,77	2,30	2,65
14	1,08	1,34	1,76	2,28	2,62
15	1,07	1,34	1,75	2,27	2,60
16	1,07	1,34	1,75	2,26	2,58
17	1,07	1,33	1,74	2,25	2,57
18	1,07	1,33	1,73	2,24	2,55
19	1,07	1,33	1,73	2,23	2,54
20	1,06	1,32	1,72	2,22	2,53
21	1,06	1,32	1,72	2,19	2,49
22	1,05	1,31	1,71	2,17	2,46
23	1,05	1,30	1,71	2,14	2,42
24	1,05	1,30	1,7	2,12	2,39
30	1,05	1,3	1,7	2,04	2,30
40	1,05	1,28	1,68	1,86	2,07

Таблица 3

**Классификация пылевато–глинистых грунтов по числу пластичности**

Тип глинистого грунта	Число пластичности, %
Супесь	$1 \leq J_p \leq 7$
Суглинок	$7 < J_p \leq 17$
Глина	$J_p > 17$

Таблица 4

**Классификация пылевато–глинистых грунтов по показателю текучести**

Разновидность глинистого грунта	Показатель текучести, %
Супеси	
твердые	$J_L < 0$
пластичные	$0 \leq J_L \leq 1$
текучие	$J_L > 1$
Суглинки и глины	
твердые	$J_L < 0$
полутвердые	$0 < J_L \leq 0,25$
тугопластичные	$0,25 < J_L \leq 0,50$
мягкопластичные	$0,5 < J_L \leq 0,75$
текучепластичные	$0,75 < J_L \leq 1$
текучие	$J_L > 1$

Таблица 5

**Нормативные значения удельного сцепления  $c_n$ , кПа (кгс/см<sup>2</sup>), угла внутреннего трения  $\varphi_n$ , град., пылевато-глинистых нелессовых грунтов четвертичных отложений**

Наименование грунтов и пределы нормативных значений их показателя текучести		Обознач. хар-к грунтов	Характеристики грунтов при коэффициенте пористости $e$ , равном						
			0,45	0,55	0,65	0,75	0,85	0,95	1,05
Супеси	$0 \leq J_L \leq 0,25$	$c_n$ $\varphi_n$	21 (0,21)	17(0,17) 29	15 (0,15) 27	13 (0,13) 24	– –	– –	– –
	$0,25 < J_L \leq 0,75$	$c_n$ $\varphi_n$	19 (0,19)	15 (0,15) 26	13 (0,13) 24	11 (0,11) 21	9 (0,09) 18	– –	– –
Суглинки	$0 < J_L \leq 0,25$	$c_n$ $\varphi_n$	47 (0,47)	37 (0,37) 25	31 (0,31) 24	25 (0,25) 23	22 (0,22) 22	19 (0,19)	– –
	$0,25 < J_L \leq 0,5$	$c_n$ $\varphi_n$	39 (0,39)	34 (0,34) 23	28 (0,28) 22	23 (0,23) 21	18 (0,18) 19	15 (0,15)	– –
	$0,5 < J_L \leq 0,75$	$c_n$ $\varphi_n$	– –	– –	25 (0,25) 19	20 (0,20) 18	16 (0,16) 16	14 (0,14)	12 (0,12)
Глины	$0 < J_L \leq 0,25$	$c_n$ $\varphi_n$	– –	81 (0,81) 21	68 (0,68) 20	54 (0,54) 19	47 (0,47) 18	41 (0,41)	36 (0,36)
	$0,25 < J_L \leq 0,5$	$c_n$ $\varphi_n$	– –	– –	57 (0,57) 18	50 (0,50) 17	43 (0,43) 16	37 (0,37)	32 (0,32)
	$0,5 < J_L \leq 0,75$	$c_n$ $\varphi_n$	– –	– –	45 (0,45) 15	41 (0,41) 14	36 (0,36) 12	33 (0,33)	29 (0,29)

**Нормативные значения деформации пылевато–глинистых нелессовых грунтов**

Происхождение и возраст грунтов	Наименование грунтов и пределы значений их показателя текучести		Модуль деформации грунтов $E$ , МПа ( $\text{кг/см}^2$ ), при коэффициенте пористости $e$ , равном									
			0,35	0,45	0,55	0,65	0,75	0,85	0,95	1,05	1,2	
Четвертичные отложения	Аллювиальные делювиальные Озерные Озерно– аллювиальные	супесь	$0 \leq J_L \leq 0,75$	-	32 (320)	24 (240)	16 (160)	10 (100)	7 (70)	-	-	-
		суглинки	$0 \leq J_L \leq 0,25$	-	34 (340)	27 (270)	22 (220)	17 (170)	14 (140)	11 (110)	-	-
			$0,25 < J_L \leq 0,5$	-	32 (320)	25 (250)	19 (190)	14 (140)	11 (110)	8 (80)	-	-
	$0,5 < J_L \leq 0,75$		-	-	-	17 (170)	12 (120)	8 (80)	6 (60)	5 (50)	-	
	глины	$0 \leq J_L \leq 0,25$	-	-	28 (280)	24 (240)	21 (210)	18 (180)	15 (150)	12 (120)	-	-
		$0,25 < J_L \leq 0,5$	-	-	-	21 (210)	18 (180)	15 (150)	12 (120)	9 (90)	-	-
		$0,5 < J_L \leq 0,75$	-	-	-	-	15 (150)	12 (120)	9 (90)	7 (70)	-	-
	Флювиогля– циальные	супеси	$0 \leq J_L \leq 0,75$	-	33 (330)	24 (240)	17 (170)	11 (110)	7 (70)	-	-	-
суглинки		$0 \leq J_L \leq 0,25$	-	40 (400)	33 (330)	27 (270)	21 (210)	-	-	-	-	
	$0,25 < J_L \leq 0,5$	-	35 (350)	28 (280)	22 (220)	17 (170)	14 (140)	-	-	-		
	$0,5 < J_L \leq 0,75$	-	-	-	17 (170)	13 (130)	10 (100)	7 (70)	-	-		

**Коэффициент  $k_h$  при определении расчётной глубины  
сезонного промерзания грунта**

Особенности сооружения	Коэффициент $k_h$ при расчетной среднесуточной температуре воздуха в помещении, примыкающем к наружным фундаментам, °С				
	0°С	5°С	10°С	15°С	20°С и >
Без подвала с полами, устраиваемыми по грунту	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5
на лагах по грунту	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6
по утеплённому цокольному перекрытию	1,0	1,0	0,9	0,8	0,7
с подвалом или техническим подпольем	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4

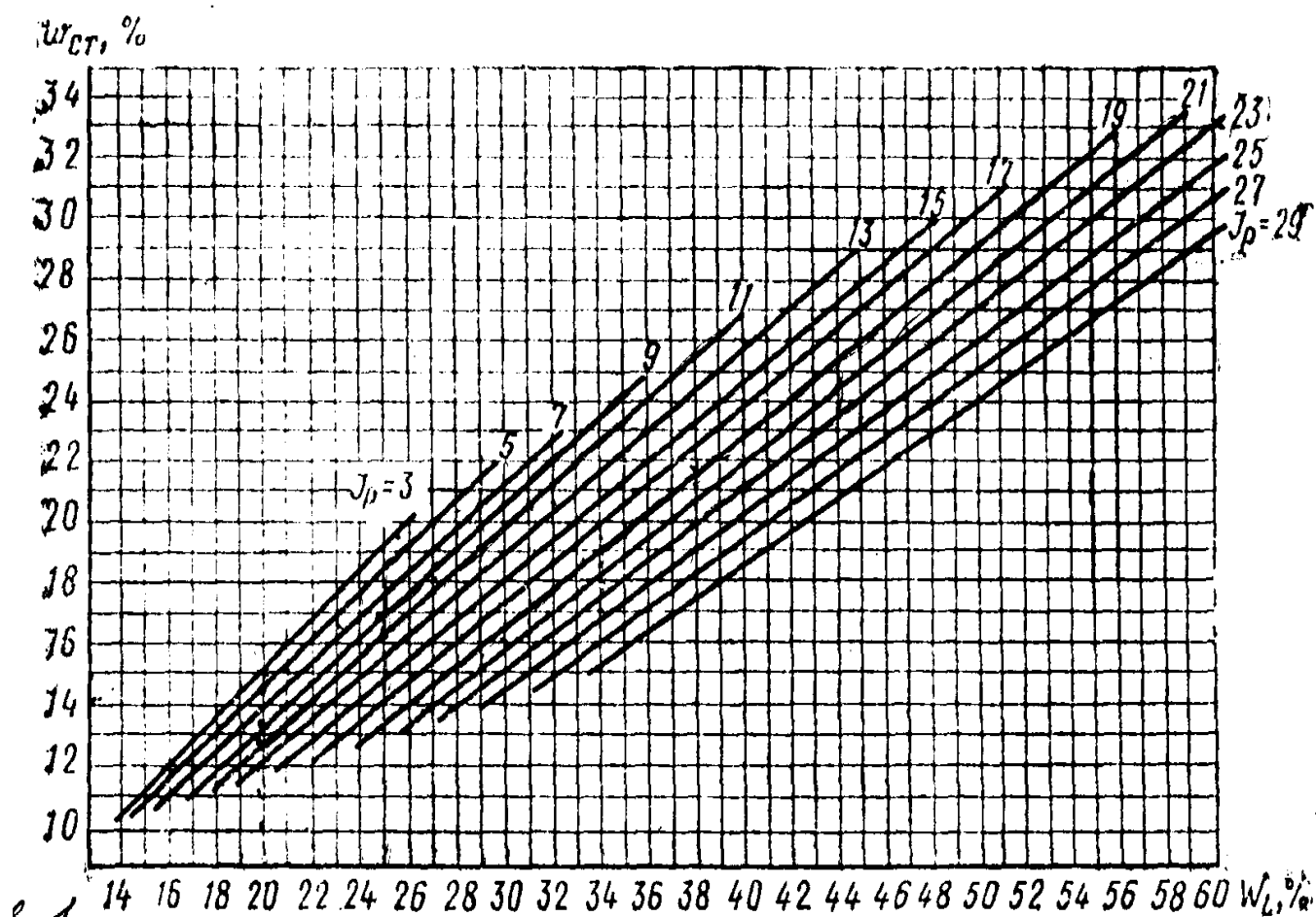


Рис. 1. Значение критической влажности  $W_{cr}$  в зависимости от числа пластичности  $I_p$  и границы текучести  $W_L$  грунта

## Оценка степени морозостойкости

Наименование грунтов и пределы нормативных значений числа пластичности	Значение параметра $R_f' \times 10^2$ для грунта				
	практически непучинист.	слабопучинистого	среднепучинистого	сильнопучинистого	чрезмернопучинистого
1. Супесь $0,02 < I_p \leq 0,07$	$< 0,14$	$0,14 - 0,49$	$0,49 - 0,98$	$0,98 - 1,69$	$> 1,69$
2. Супесь $0,02 < I_p \leq 0,07$	$< 0,09$	$0,09 - 0,3$	$0,3 - 0,6$	$0,6 - 1,03$	$> 1,03$
3. Суглинок $0,07 < I_p \leq 0,17$	$< 0,1$	$0,1 - 0,35$	$0,35 - 0,71$	$0,71 - 1,22$	$> 1,22$
4. Суглинок $0,07 < I_p \leq 0,17$	$< 0,08$	$0,08 - 0,27$	$0,27 - 0,54$	$0,54 - 0,93$	$> 0,93$
5. Глина $I_p > 0,17$	$< 0,07$	$0,07 - 0,23$	$0,23 - 0,46$	$0,46 - 0,79$	$> 0,79$
6. Глина $I_p > 0,17$	$< 0,12$	$0,12 - 0,43$	$0,43 - 0,86$	$0,86 - 1,47$	$> 1,47$

## Значение касательной силы пучения

Грунты и степень водонасыщения	Значение расчетной удельной касательной силы пучения $\tau_{fh}$ , кПа, при глубине сезонного промерзания грунта, м		
	до 1,5	2,5	3 и более
Супеси, суглинки, глины при показателе текучести $J_L > 0,5$ ; крупнообломочные с пылевато–глинистым заполнителем, пески мелкие и пылеватые при показателе дисперсности $D > 5$ и степени влажности $S_r > 0,95$	110	90	70
Супеси, суглинки, глины при $0,25 < J_L \leq 0,5$ ; крупнообломочные с пылевато–глинистым заполнителем, пески мелкие и пылеватые при $D > 1$ и $0,8 < S_r \leq 0,95$	90	70	85
Супеси, суглинки, глины при $J_L \leq 0,25$ ; крупнообломочные с пылевато–глинистым заполнителем, пески мелкие и пылеватые при $D > 1$ и $0,6 < S_r \leq 0,8$	70	55	40

Примечания:

1. Для промежуточных глубин промерзания значение  $\tau_{fh}$  принимается по интерполяции.
2. Значение  $\tau_{fh}$  для грунтов, используемых при обратной засыпке котлованов, принимается по 1–й строке таблицы.
3. В зависимости от вида поверхности фундамента приведенные в таблице значения  $\tau_{fh}$  умножаются на коэффициент: при гладкой бетонной не обработанной – 1; при шероховатой бетонной с выступами и кавернами до 5 мм – 1,1 – 1,2, до 20 мм – 1,25 – 1,5; при деревянной антисептированной – 0,9; при металлической без специальной обработки – 0,8.



**Таблица расчетных сопротивлений на боковой поверхности  
забивных свай и свай-оболочек, кПа**

Средняя глубина расположе- ния слоя грунта, м	Песчаных грунтов средней плотности								
	крупн. и средней крупности	мелких	пыле- ватых	—	—	—	—	—	—
				пылевато-глинистых грунтов при показателе текучести $J_L$					
	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
1	35	23	15	12	8	4	4	3	2
2	42	30	21	17	12	7	5	4	4
3	48	35	25	20	14	8	7	6	5
4	53	38	27	22	16	9	8	7	5
5	56	40	29	24	17	10	8	7	6
6	58	42	31	25	18	10	8	7	6
8	62	44	33	26	19	10	8	7	6
10	65	46	34	27	19	10	8	7	6
15	72	51	38	28	20	11	8	7	6
20	79	56	41	30	20	12	8	7	6
25	86	61	44	32	20	12	8	7	6
30	93	66	47	34	21	12	9	8	7
35	100	70	50	36	22	13	9	8	7

Таблица 11

**Значения коэффициента  $K_a$**

$d_z$ , м	Площадь подошвы фундамента $A_f$ , м <sup>2</sup>									
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0 и более
0,2	0,90	0,80	0,72	0,66	0,60	0,54	0,50	0,47	0,44	0,41
0,3	0,89	0,77	0,69	0,62	0,55	0,51	0,46	0,43	0,40	0,37
0,4	0,87	0,74	0,65	0,56	0,49	0,45	0,41	0,38	0,35	0,32
0,5	0,84	0,60	0,57	0,49	0,41	0,38	0,35	0,32	0,30	0,28
0,6	0,80	0,62	0,50	0,41	0,36	0,31	0,29	0,27	0,25	0,24
0,7	0,75	0,54	0,42	0,35	0,30	0,25	0,23	0,21	0,20	0,19
0,8	0,69	0,46	0,35	0,30	0,25	0,22	0,20	0,18	0,17	0,15
0,9 и более	0,62	0,41	0,32	0,25	0,21	0,18	0,16	0,15	0,14	0,13

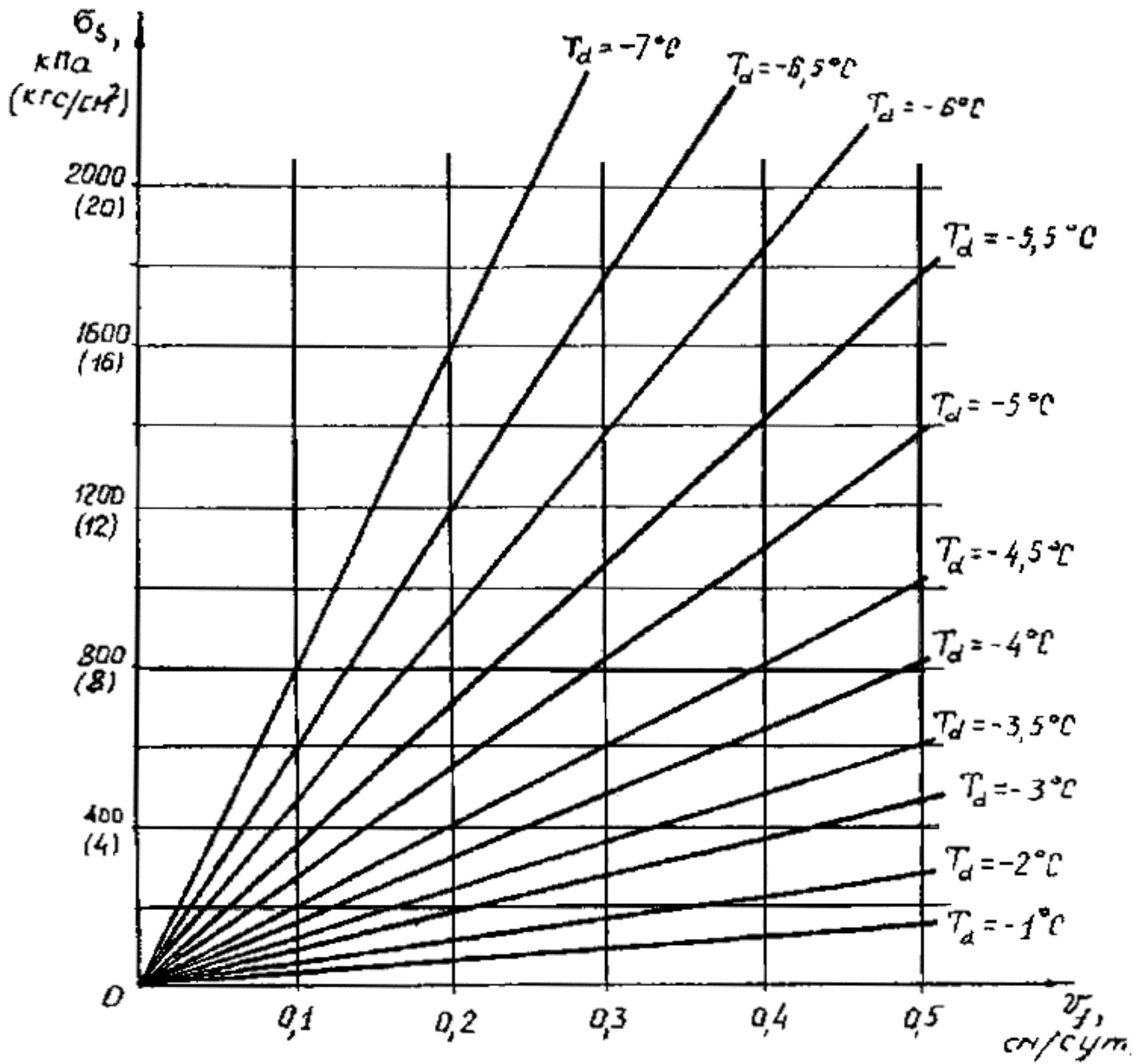


Рис. 2. Сопротивление смещению мерзлого грунта относительно фундамента

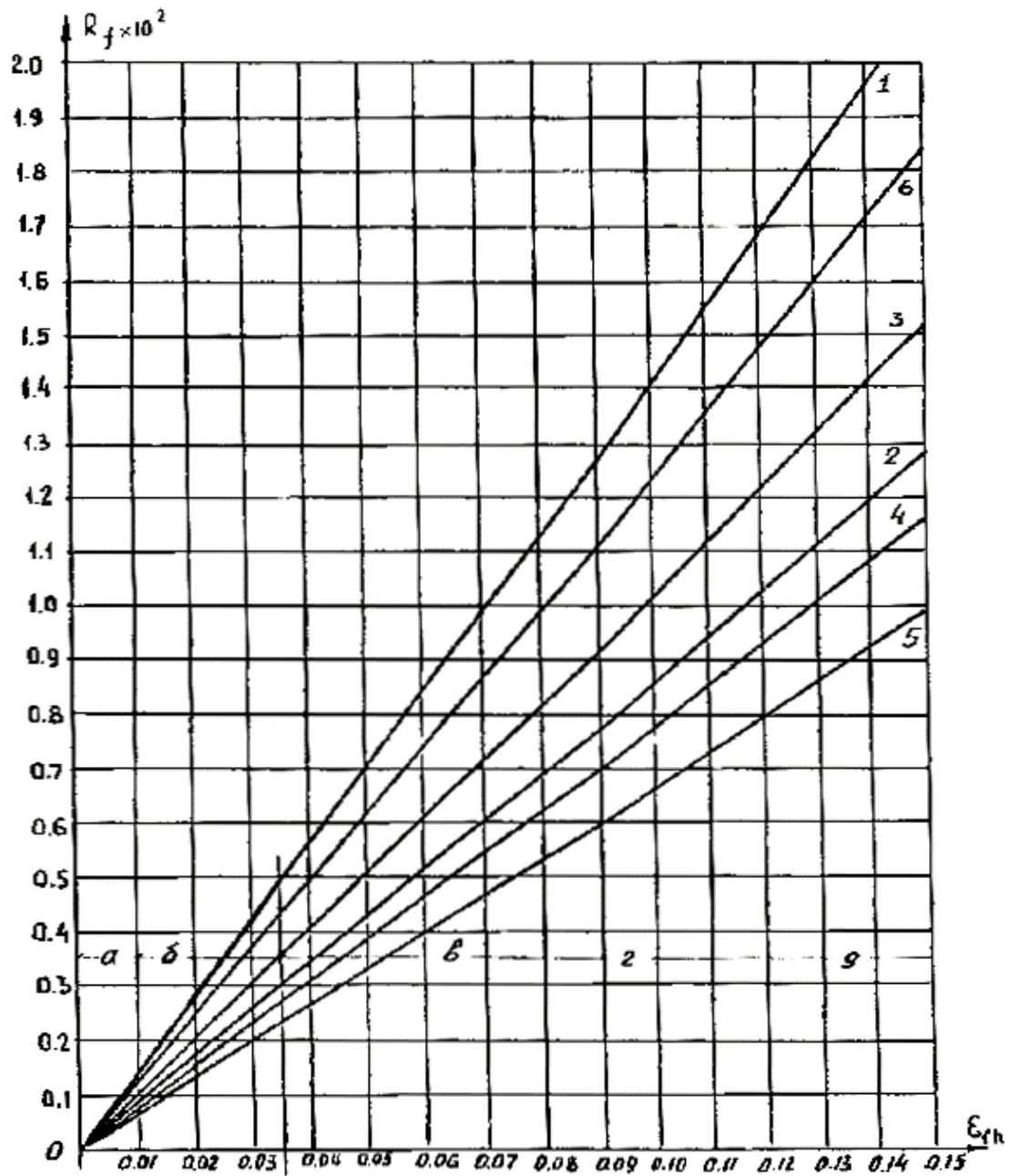


Рис. 3. Зависимость относительной деформации пучения  $\varepsilon_{fh}$  от параметра  $R_f$ :

а) практически непучинистый;

б) слабопучинистый;

в) среднепучинистый;

г) сильнопучинистый;

д) чрезмернопучинистый

1, 2 – соответственно супеси и супеси пылеватые ( $0,02 < J_p \leq 0,07$ );

3 – суглинки ( $0,07 < J_p \leq 0,17$ );

4 – суглинки пылеватые ( $0,07 < J_p \leq 0,13$ );

5 – суглинки пылеватые ( $0,13 < J_p \leq 0,17$ );

6 – глины ( $J_p > 0,17$ )

Таблица 12

## Климатические параметры холодного периода года

Республика, край, область, пункт	Темпера- тура воз- духа наи- более хо- лодных суток, °С, обеспечен- ностью		Темпера- тура воз- духа наи- более хо- лодной пятиднев- ки, °С, обеспечен- ностью		Темпе- ратура воздуха, °С, обес- печен- ностью 0,94	Абсо- лютная мини- мальная темпе- ратура воздуха, °С	Средняя суточ- ная ампли- туда темпе- ратуры воздуха наибо- лее холод- ного ме- сяца, °С	Продолжительность, сут, и средняя температура воздуха, °С, периода со средней суточной температурой воздуха					
								≤ 0°С		≤ 8°С		≤ 10°С	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ</b>													
<b>Республика Адыгея</b>													
Майкоп	-27	-22	-21	-19	-6	-34	9	40	-1	148	2,3	169	3,1
<b>Республика Алтай</b>													
Алейск	-44	-42	-41	-38	-23	-46	9,5	164	-11,5	216	-7,8	230	-6,7
Барнаул	-44	-42	-41	-39	-23	-52	10,2	168	-11,4	221	-7,7	235	-6,7
Бийск	-45	-43	-41	-38	-23	-51	11	168	-11,6	222	-7,8	236	-6,7
Катанда	-43	-42	-42	-40	-28	-48	12,3	175	-14	237	-9,2	258	-7,8
Родино	-44	-42	-41	-38	-23	-49	9,6	165	-11,8	215	-8,1	228	-7
<b>Амурская область</b>													
Архара	-42	-40	-38	-36	-32	-50	11,7	171	-16,4	219	-11,8	233	-10,6
Белогорск	-43	-40	-41	-37	-32	-48	10	174	-16,4	223	-11,9	236	-10,7
Благовещенск	-38	-37	-36	-34	-29	-45	10,5	170	-14,8	218	-10,6	232	-9,4
Огорон	-43	-41	-41	-40	-34	-50	10,4	198	-17,6	247	-13,3	265	-11,7
Полярково	-43	-40	-39	-37	-32	-50	12,5	173	-16,5	222	-11,9	235	-10,7
Тында	-48	-46	-44	-42	-37	-54	12,5	208	-19,2	258	-14,7	274	-13,3
Черняево	-45	-43	-42	-41	-33	-52	13	184	-17,2	235	-12,7	249	-11,5

Продолжение табл.12

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Шимановск	-43	-41	-40	-38	-33	-52	13,4	182	-17	233	-12,5	246	-11,3
Экимчан	-47	-45	-45	-44	-38	-52	11,4	202	-19,1	253	-14,4	270	-12,8
<b>Архангельская область</b>													
Архангельск	-39	-37	-34	-31	-18	-45	7,8	177	-8	253	-4,4	273	-3,4
Борковская	-49	-47	-44	-42	-23	-55	10	203	-10,5	277	-6,6	297	-5,6
Емецк	-39	-38	-35	-33	-19	-48	7,6	175	-8,3	249	-4,7	268	-3,7
<b>Астраханская область</b>													
Астрахань	-27	-26	-24	-23	-12	-33	7,3	106	-4,2	167	-1,2	184	-0,3
<b>Республика Башкортостан</b>													
Белорецк	-39	-37	-37	-34	-21	-45	8,5	171	-10,3	231	-6,5	249	-5,4
Дуван	-42	-39	-39	-36	-21	-50	7,7	169	-9,9	228	-6,3	244	-5,2
Уфа	-41	-39	-38	-35	-20	-49	8,3	159	-9,4	213	-5,9	227	-5
<b>Белгородская область</b>													
Белгород	-29	-28	-27	-23	-13	-35	5,9	126	-5	191	-1,9	209	-1
<b>Брянская область</b>													
Брянск	-34	-30	-30	-26	-14	-42	6,6	134	-5,6	205	-2,3	223	-1,4
<b>Республика Бурятия</b>													
Баргузин	-46	-44	-44	-42	-32	-52	9,9	185	-16,3	241	-11,5	258	-10,2
Багдарин	-46	-44	-44	-42	-34	-51	16,3	209	-17,8	267	-13	284	-11,7
Нижнеангарск	-38	-36	-35	-33	-28	-47	7,8	197	-13,8	258	-9,6	276	-8,4
Улан-Удэ	-46	-40	-40	-37	-30	-51	11,1	179	-15	237	-10,4	253	-9,2
<b>Владимирская область</b>													
Владимир	-38	-34	-32	-28	-16	-48	6,3	148	-6,9	213	-3,5	230	-2,6
Муром	-39	-35	-33	-30	-16	-45	6,4	150	-7,4	214	-4	230	-3,1
<b>Волгоградская область</b>													
Волгоград	-33	-30	-28	-25	-14	-35	5,6	117	-5,4	178	-2,2	190	
Котельниково	-32	-29	-27	-24	-12	-38	6,8	112	-4,7	176	-1,6	190	
<b>Вологодская область</b>													
Вологда	-42	-37	-38	-32	-17	-47	7,2	160	-7,7	231	-4,1	250	-3,1
Никольск	-42	-39	-38	-34	-18	-48	8	166	-8,6	236	-4,9	256	-3,8
<b>Воронежская область</b>													
Воронеж	-32	-31	-28	-26	-15	-37	6,7	134	-6,3	196	-3,1	212	-2,2

Продолжение табл.12

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
<b>Республика Дагестан</b>													
Дербент	-16	-13	-11	-9	-3	-19	5,2	0		138	3,7	161	4,5
Махачкала	-21	-19	-17	-14	-5	-25	5,7	37	-0,4	148	2,7	167	3,4
<b>Ивановская область</b>													
Иваново	-38	-34	-34	-30	-17	-45	7,1	152	-7,4	219	-3,9	236	-2,9
Кинешма	-39	-35	-33	-31	-17	-45	6,4	155	-7,6	221	-4,1	238	-3,2
<b>Иркутская область</b>													
Братск	-47	-46	-46	-43	-26	-44	8,2	188	-12,7	249	-8,6	266	-7,5
Дубровское	-53	-52	-52	-50	-34	-55	9,2	200	-16,9	257	-12,3	272	-11,1
Жигалово	-51	-49	-49	-47	-33	-54	12,4	193	-17,2	252	-13,3	268	-11
Илимск	-50	-49	-48	-45	-30	-59	11,8	195	-15,6	255	-11	270	-9,8
Иркутск	-40	-38	-38	-36	-26	-50	10,5	177	-13	240	-8,5	258	-7,3
Марково	-53	-51	-51	-49	-33	-55	11,1	194	-16,9	250	-12,3	265	-11
Преображенка	-55	-53	-51	-50	-34	-60	10,5	207	-17,8	259	-13,3	274	-12,1
<b>Бурятский АО</b>													
Нальчик	-24	-21	-20	-18	-9	-31	7	86	-2,5	168	0,6	187	1,4
<b>Калининградская область</b>													
Калининград	-29	-24	-21	-19	-8	-33	5	92	-1,9	193	1,1	216	1,9
<b>Республика Калмыкия</b>													
Элиста	-30	-27	-25	-23	-12	-34	5,9	109	-4,2	173	-1,2	188	-0,4
<b>Калужская область</b>													
Калуга	-34	-31	-30	-27	-15	-46	7,3	142	-6,2	210	-2,9	228	-1,9
<b>Камчатская область</b>													
Апука	-36	-33	-31	-29	-18	-40	6,7	215	-8,9	300	-5,1	341	-3,4
<b>Кемеровская область</b>													
Кемерово	-46	-42	-42	-39	-24	-50	9,8	175	-12,2	231	-8,3	246	-7,2
Киселевск	-45	-42	-40	-39	-22	-50	8,5	169	-11,2	227	-7,3	242	-6,7
Кондома	-46	-44	-43	-40	-24	-52	13,6	175	-12	236	-7,8	254	-6,6
Мариинск	-47	-43	-44	-40	-23	-55	9,5	176	-11,6	235	-7,7	251	-6,6
Тайга	-44	-43	-42	-39	-24	-53	9,4	182	-12,2	240	-8,3	259	-7
Тисуль	-44	-43	-42	-40	-22	-48	10,4	176	-11,2	236	-7,3	253	-6,2
Топки	-46	-42	-42	-39	-23	-51	7,7	180	-11,9	235	-8,2	251	-7,1

Продолжение табл.12

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
<b>Республика Карелия</b>													
Кемь	-35	-32	-29	-27	-16	-40	7,1	174	-6,6	258	-3,2	281	-2,2
Лоухи	-38	-36	-34	-31	-17	-47	8,7	184	-7,6	261	-4,2	281	-3,2
Олонец	-38	-35	-34	-29	-15	-54	8,4	156	-6,7	233	-3,2	255	-2,1
Паданы	-35	-34	-30	-29	-16	-46	7,1	169	-7,1	251	-3,5	272	-2,5
Петрозаводск	-37	-34	-32	-29	-16	-38	6,6	160	-6,7	240	-3,1	261	-2,1
Реболы	-40	-37	-35	-32	-17	-45	7,8	174	-7,5	251	-4	271	-3
<b>Кировская область</b>													
Вятка	-39	-37	-35	-33	-19	-45	7,2	168	-9	231	-5,4	247	-4,8
Нагорское	-42	-38	-36	-34	-20	-47	6,3	174	-9,5	239	-5,8	258	-4,7
<b>Республика Коми</b>													
Воркута	-46	-45	-43	-41	-26	-52	8,6	239	-12,8	306	-9,1	328	-7,8
Печора	-51	-48	-46	-43	-25	-55	-8,4	206	-11,6	270	-7,9	288	-6,8
Сыктывкар	-42	-41	-39	-36	-20	-47	7,8	177	-9,6	245	-5,8	265	-4,7
<b>Костромская область</b>													
Кострома	-40	-35	-34	-31	-17	-46	6,5	154	-7,4	222	-3,9	239	-3
<b>Краснодарский край</b>													
Краснодар	-27	-23	-23	-19	-7	-36	8,1	49	-1,2	149	2	168	2,8
Сочи	-9	-6	-5	-3	1	-18	6,5	0		72	6,4	121	7,4
Тихорецк	-28	-25	-24	-22	-8	-32	6,4	74	-2,1	158	1,1	177	1,9
<b>Красноярский край</b>													
Агата	-57	-55	-54	-53	-40	-59	11,9	237	-21,1	293	-16,3	312	-14,7
Ачинск													
<b>Эвенкийский АО</b>													
Боготол	-46	-43	-43	-39	-22	-53	7,8	178	-11,5	239	-7,6	257	-6,4
Богучаны	-51	-49	-49	-46	-29	-54	10,8	185	-15,6	245	-10,8	261	-9,6
Волочанка	-56	-53	-53	-50	-36	-59	9,5	253	-20,4	306	-16,1	326	-14,5
Игарка	-54	-53	-50	-49	-33	-60	9,2	235	-17,8	285	-13,9	303	-12,6
Канск	-48	-46	-45	-42	-25	-51	10,4	178	-13,1	237	-8,8	254	-7,7
Кежма	-54	-52	-51	-48	-32	-60	11,9	196	-17	252	-12,3	268	-11,1
Туруханск	-59	-56	-54	-50	-32	-61	9	228	-16,6	279	-12,9	295	-11,7
Хатанга	-55	-52	-52	-49	-38	-59	8,3	256	-21,6	311	-17,1	331	-15,4

Продолжение табл.12

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
<b>Таймырский АО</b>													
Енисейск	-53	-49	-50	-46	-27	-59	11,5	187	-13,9	245	-9,6	262	-8,4
Ярцево	-53	-50	-50	-47	-29	-56	9,9	198	-14,9	254	-10,8	270	-9,6
<b>Курганская область</b>													
Курган	-43	-41	-39	-37	-23	-48	8,4	164	-11,4	216	-7,7	230	-6,6
<b>Курская область</b>													
Курск	-32	-30	-29	-26	-14	-35	6,3	132	-5,6	198	-2,4	216	-1,4
<b>Липецкая область</b>													
Липецк	-34	-31	-29	-27	-15	-38	6,8	141	-6,6	202	-3,4	218	-2,5
<b>Ленинградская область</b>													
Свирица	-37	-34	-32	-29	-15	-48	7,1	152	-6,4	228	-2,9	249	-1,9
Тихвин	-37	-34	-32	-29	-15	-51	7,3	150	-6,3	227	-2,8	247	-1,8
Санкт-Петербург	-33	-30	-30	-26	-13	-36	5,6	139	-5,1	220	-1,8	239	-0,9
<b>Магаданская область</b>													
Магадан	-34	-32	-31	-29	-22	-35	5,2	214	-11,1	288	-7,1	316	-5,7
Среднекан	-58	-53	-55	-52	-42	-56	6,3	229	-23,9	274	-19,3	287	-17,9
Сусуман	-59	-57	-58	-55	-43	-61	9,2	236	-25,1	286	-19,9	300	-18,5
<b>Республика Марий Эл</b>													
Йошкар-Ола	-42	-39	-38	-34	-19	-47	8	159	-8,6	220	-5,1	236	-4,1
<b>Республика Мордовия</b>													
Саранск	-38	-34	-34	-30	-17	-44	6,7	150	-7,9	209	-4,5	225	-3,6
<b>Московская область</b>													
Дмитров	-36	-33	-32	-28	-15	-43	6,3	147	-6,5	216	-3,1	235	-2,2
Кашира	-36	-32	-31	-27	-16	-44	6,3	147	-6,7	212	-3,4	229	-2,5
Москва	-36	-32	-30	-28	-15	-42	6,5	145	-6,5	214	-3,1	231	-2,2
<b>Мурманская область</b>													
Мончегорск	-40	-38	-34	-30	-18	-44	9,5	193	-7,9	271	-4,5	291	-3,6
Мурманск	-35	-32	-29	-27	-16	-39	6,2	187	-6,6	275	-3,2	302	-2,1
Ниванкюль	-46	-40	-38	-36	-18	-45	9	191	-8,2	271	-4,6	292	-3,6
Пулозеро	-44	-39	-40	-35	-19	-47	9,3	198	-8,3	277	-4,8	299	-3,8
Пялица	-32	-29	-28	-25	-16	-38	7,2	194	-6,5	298	-2,8	354	-0,9



Продолжение табл.12

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
<b>Нижегородская область</b>													
Арзамас	-40	-36	-35	-32	-17	-43	7	156	-8,1	216	-4,7	232	-3,8
Выкса	-38	-34	-33	-30	-16	-45	6,9	149	-7,3	212	-4	228	-3,1
Нижний Новгород	-38	-34	-34	-31	-17	-41	6,1	151	-7,5	215	-4,1	231	-3,2
<b>Новгородская область</b>													
Новгород	-38	-31	-33	-27	-14	-45	6,8	143	-5,7	221	-2,3	239	-1,4
<b>Новосибирская область</b>													
Барабинск	-44	-42	-42	-39	-25	-48	9,2	177	-12,9	230	-9	243	-8
Болотное	-43	-42	-40	-39	-24	-51	8,3	175	-12,1	231	-8,2	246	-7,1
Карасук	-42	-41	-40	-37	-24	-46	9,5	169	-12,7	218	-8,9	232	-7,8
Кочки	-45	-42	-43	-39	-25	-50	9,3	175	-12,9	228	-8,9	242	-7,9
Купино	-42	-41	-41	-38	-25	-49	9	173	-12,9	224	-9	237	-8
Кыштовка	-46	-43	-42	-40	-25	-52	9,9	176	-12,9	231	-8,9	248	7,7
Новосибирск	-44	-42	-42	-39	-24	-50	9,3	178	-12,4	230	-8,7	243	-7,7
Татарск	-43	-41	-40	-39	-25	-48	9,6	176	-12,8	229	-8,9	242	-7,9
Чулым	-44	-42	-42	-39	-25	-52	9,2	177	-12,7	230	-8,8	244	-7,8
<b>Омская область</b>													
Исиль-Куль	-43	-40	-39	-36	-24	-46	9,4	174	-12,3	225	-8,6	238	-7,7
Омск	-42	-41	-39	-37	-24	-49	8,8	169	-12,3	221	-8,4	235	-7,4
<b>Оренбургская область</b>													
Оренбург	-37	-36	-34	-31	-20	-43	8,1	153	-9,6	202	-6,3	215	-5,4
<b>Орловская область</b>													
Орел	-35	-31	-30	-26	-15	-39	6,5	138	-6	205	-2,7	222	-1,8
<b>Пензенская область</b>													
Пенза	-35	-33	-32	-29	-17	-43	7,1	149	-7,9	207	-4,5	222	-3,6
<b>Пермская область</b>													
Пермь	-42	-39	-38	-35	-20	-47	7,1	168	-9,5	229	-5,9	245	-4,9
<b>Приморский край</b>													
Владивосток	-27	-26	-25	-24	-18	-30	8,7	132	-7,7	196	-3,9	214	-2,7
Мельничное	-39	-34	-36	-32	-28	-49	16,2	169	-13,8	225	-9,3	241	-8
Партизанск	-26	-24	-23	-22	-18	-30	9,9	139	-8,2	198	-4,5	216	-3,4

Продолжение табл.12

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
<b>Псковская область</b>													
Псков	-35	-31	-30	-26	-12	-41	6,1	134	-4,9	212	-1,6	232	-0,7
<b>Ростовская область</b>													
Ростов-на-Дону	-29	-27	-25	-22	-11	-33	6,1	102	-3,6	171	-0,6	188	0,2
Таганрог	-28	-26	-25	-22	-10	-32	5,5	100	-3,3	167	-0,4	185	0,4
<b>Рязанская область</b>													
Рязань	-36	-33	-30	-27	-16	-41	7	145	-6,8	208	-3,5	224	-2,6
<b>Самарская область</b>													
Самара	-39	-36	-36	-30	-18	-43	6,7	149	-8,5	203	-5,2	217	-4,3
<b>Свердловская область</b>													
Екатеринбург	-42	-40	-38	-35	-20	-47	7,1	168	-9,7	230	-6	245	-5,3
<b>Саратовская область</b>													
Саратов	-34	-33	-30	-27	-16	-37	6,9	142	-7,5	196	-4,3	210	-3,4
<b>Сахалинская область</b>													
Курильск	-21	-17	-19	-15	-12	-27	6,9	122	-4	227	-0,2	257	0,8
Южно-Сахалинск	-28	-26	-25	-24	-19	-36	10,8	154	-8,4	230	-4,3	252	-3,1
<b>Республика Северная Осетия</b>													
Владикавказ	-24	-20	-20	-18	-9	-28	9,5	91	-2,7	174	0,4	194	1,3
<b>Смоленская область</b>													
Вязьма	-35	-32	-29	-27	-15	-43	6,3	145	-6,1	217	-2,8	236	-1,8
Смоленск	-34	-31	-28	-26	-14	-41	6,1	141	-5,8	215	-2,4	234	-1,5
<b>Ставропольский край</b>													
Ставрополь	-26	-23	-22	-19	-8	-31	6,6	83	-2	168	0,9	187	1,7
<b>Тамбовская область</b>													
Тамбов	-34	-32	-30	-28	-16	-39	6,7	140	-7	201	-3,7	217	-2,7
<b>Республика Татарстан</b>													
Казань	-41	-36	-36	-32	-18	-47	6,8	156	-8,7	215	-5,2	229	-4,3
<b>Тверская область</b>													
Тверь	-37	-33	-33	-29	-15	-50	7,2	146	-6,4	218	-3	236	-2
Ржев	-37	-33	-31	-28	-15	-47	6,6	144	-6,1	217	-2,7	236	-1,8

Продолжение табл.12

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
<b>Томская область</b>													
Томск	-47	-44	-44	-40	-24	-55	8,7	179	-12,4	236	-8,4	253	-7,3
<b>Республика Тува</b>													
Кызыл	-49	-48	-48	-47	-37	-54	10,9	178	-20,1	225	-15	238	-13,7
<b>Тульская область</b>													
Тула	-35	-31	-30	-27	-15	-42	6,8	140	-6,4	207	-3	224	-13,7
<b>Тюменская область</b>													
Березово	-50	-48	-45	-43	-27	-53	9,5	209	-13,6	267	-9,7	284	-8,6
<b>Ханты-Мансийский АО</b>													
Демьянское	-47	-45	-44	-40	-24	-51	8,4	179	-12,1	241	-8	258	-6,8
Надым	-53	-49	-47	-44	-30	-58	9,6	230	-15,3	283	-11,6	302	-10,4
Октябрьское	-47	-45	-44	-41	-28	-49	8,2	200	-13	261	-9	280	-7,8
Салехард	-48	-46	-43	-42	-29	-54	10,2	233	-15,3	292	-11,4	313	-10
<b>Ямало-Ненецкий АО</b>													
Тобольск	-47	-43	-44	-39	-25	-52	9,5	177	-11,8	232	-8,1	249	-6,9
Тюмень	-45	-42	-42	-38	-22	-50	9,2	169	-10,9	225	-7,2	240	-6,1
<b>Удмуртская Республика</b>													
Глазов	-42	-39	-38	-35	-20	-50	8	168	-9,7	231	-6	247	-5
Ижевск	-41	-38	-38	-34	-20	-48	6,9	162	-9,2	222	-5,6	237	-4,7
Сарапул	-41	-38	-38	-34	-19	-48	6,5	163	-9,4	220	-5,9	236	-4,9
<b>Ульяновская область</b>													
Сурское	-39	-36	-36	-31	-18	-46	9,3	152	-8,2	211	-4,8	226	-3,9
Ульяновск	-38	-36	-36	-31	-19	-48	7,4	155	-8,9	212	-5,4	228	-4,4
<b>Хабаровский край</b>													
Биробиджан	-38	-34	-35	-32	-28	-43	14,9	169	-14,8	219	-10,4	234	-9,2
Вяземский	-38	-34	-34	-31	-27	-48	11,9	163	-13,5	213	-9,3	227	-8,1
Комсомольск-на-Амуре	-38	-37	-37	-35	-31	-45	9,9	171	-15,4	223	-10,8	238	-9,5
Троицкое	-36	-34	-32	-31	-28	-47	8,7	166	-13,9	217	-9,7	231	-8,5
Хабаровск	-37	-34	-34	-31	-27	-43	7,7	162	-13,4	211	-9,3	225	-8,1
<b>Республика Хакассия</b>													
Абакан	-44	-42	-41	-40	-25	-47	10,8	165	-14,7	225	-9,7	242	-8,4

Продолжение табл.12

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
<b>Челябинская область</b>													
Челябинск	-39	-38	-35	-34	-21	-48	9,4	162	-10,1	218	-6,5	233	-5,5
<b>Чеченская Республика</b>													
Грозный	-23	-22	-20	-18	-9	-32	7,1	77	-2,2	160	0,9	178	1,7
<b>Читинская область</b>													
Агинское	-42	-38	-40	-36	-28	-48	13,9	182	-14,8	238	-10,4	255	-9,1
Нерчинск	-48	-46	-47	-44	-36	-54	13,3	183	-19,1	233	-14,1	247	-12,8
Чита	-44	-41	-42	-38	-31	-47	14,5	189	-15,8	242	-11,4	258	-10,1
<b>Чувашская Республика</b>													
Чебоксары	-40	-36	-35	-32	-18	-44	6,8	156	-8,3	217	-4,9	232	-3,9
<b>Чукотский АО (Магаданская область)</b>													
Анадырь	-43	-42	-42	-40	-27	-45	7,7	241	-14,7	311	-10,5	345	-8,5
Марково	-52	-50	-51	-48	-31	-60	11	238	-18,1	286	-14,3	300	-13,2
Островное	-57	-53	-55	-51	-39	-58	9,2	238	-22,5	288	-17,8	305	-16,3
<b>Республика Саха (Якутия)</b>													
Верхоянск	-63	-61	-62	-59	-53	-68	7,3	234	-29,6	279	-24,1	292	-22,6
Воронцово	-55	-53	-52	-51	-43	-57	8,7	246	-24,5	297	-19,6	324	-17,2
Нагорный	-48	-46	-44	-41	-35	-57	9,6	222	-18,7	275	-14,2	291	-13
Якутск	-59	-57	-57	-54	-48	-64	8,9	216	-25,3	256	-20,6	269	-19,2
<b>Ненецкий АО (Архангельская область)</b>													
Нарьян-Мар	-44	-42	-40	-37	-22	-48	8,6	220	-10,7	290	-7,2	309	-5,8
<b>Ярославская область</b>													
Ярославль	-37	-34	-34	-31	-17	-46	8,3	152	-7,8	221	-4	239	-2,8

**РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА**

1. СНиП 2.02.01.83\* Основания зданий и сооружений.–М.: Стройиздат, 1999\*.
2. СНиП 2.02.03-85 Свайные фундаменты.–М.: Стройиздат, 1985.
3. СП 50-101-2004 Проектирование и устройство оснований зданий и сооружений, 2004.
4. СП 50-102-2003 Проектирование и устройство свайных фундаментов, 2003.
5. ГОСТ 25100-95 Грунты. Классификация.–М.: Издательство стандартов, 1995.
6. Далматов,Б.И. Механика грунтов, основания и фундаменты / Б.И.Далматов.–Л.: Стройиздат, 1988.
7. Ухов,С.Б. Механика грунтов, основания и фундаменты / С.Б.Ухов, В.В.Семенов, В.В.Знаменский, З.Г.Тер-Мартirosян, С.Н.Чернышов. –М., Изд-во АСВ, 1994. – 527 с.
8. Пособие по проектированию оснований зданий и сооружений.–М.: Стройиздат, 1986. – 415 с.
9. Основания, фундаменты и подземные сооружения. Справочник проектировщика /Под ред. Е.А. Сорочана, Ю.С. Трофименкова.–М.: Стройиздат, 1985. – 480 с.

Елена Олеговна Сучкова

# Специальные вопросы проектирования оснований и фундаментов

Учебное пособие

Редактор

Н.А.Воронова

Подписано в печать \_\_\_\_\_. Формат \_\_\_\_\_. Бумага «Снегурочка». Печать трафаретная.  
Уч.-изд. л. \_\_\_\_\_. Усл.печ.л. \_\_\_\_\_. Тираж 100 экз. Заказ № \_\_\_\_\_.  
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования  
«Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»  
603950, Н.Новгород, Ильинская, 65  
Полиграфцентр ННГАСУ, 603950, Н.Новгород, Ильинская, 65