

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО  
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Северо-Кавказский федеральный университет»  
Филиал в г. Пятигорске

Кафедра строительства

**Методические рекомендации для студентов по расчетно-графической  
работы по дисциплине  
ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ**

Направление подготовки	08.03.01 Строительство
Профиль подготовки	Профиль: «Строительство зданий и сооружений»
Квалификация выпускника	бакалавр
Форма обучения	Очная

Пятигорск – 2020 г.

Методические указания содержат весь необходимый материал для выполнения расчётно-графической работы (РГР) по дисциплине «Основания и фундаменты». В указаниях приведены содержание расчётно-графической работы, требования к её оформлению, условные обозначения, общие понятия, основные положения расчета и проектирования фундаментов и их оснований, а также весь необходимый справочный материал.

Методические указания рассмотрены и одобрены на заседании кафедры «Строительство» (протокол №\_1\_ от «28» 08 2020 г.).

Заведующий кафедрой «Строительство»

Д.В.Щитов

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. Цель, задачи и реализуемые компетенции .....	5
2. ФОРМУЛИРОВКА ЗАДАНИЯ И ЕЁ ОБЪЁМ.....	6
1.1 Задание на расчетно-графическую работу .....	6
1.2. Основные обозначения.....	7
1.3. Исходные данные.....	8
2.4. Содержание работы .....	14
3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ФУНДАМЕНТА МЕЛКОГО ЗАЛОЖЕНИЯ НА СТЕСТВЕННОМ ОСНОВАНИИ .....	14
2.1. Определение глубины заложения подошвы фундамента.....	14
2.2 Определение ширины подошвы фундамента .....	16
2.3 Определение предварительных размеров подошвы фундаментов мелкого заложения методом последовательного приближения .....	18
2.4 Проверка давления на подстилающий слой слабого грунта .....	19
4. РАСЧЁТ ОСАДОК ФУНДАМЕНТОВ МЕЛКОГО ЗАЛОЖЕНИЯ.....	20
3.1 Расчёт осадок методом послойного суммирования (вторая группа предельных состояний). .....	20
$S < S_u$ ,      (3.1) .....	20
5. СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ. <b>Ошибка! Закладка не определена.</b>	
6. ПРИЛОЖЕНИЯ .....	26
Приложение 1 .....	26
Приложение 2 .....	27
Приложение 3 .....	28
Приложение 4 .....	29
Приложение 5 .....	29
Приложение 6 .....	30

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время актуальными становятся требования к личным качествам современного студента – умению самостоятельно пополнять и обновлять знания, вести самостоятельный поиск необходимого материала.

Чтобы успешно освоить дисциплину и подготовиться к сессии необходимо выполнять внеаудиторные самостоятельные работы, представленные в данном пособии.

Самостоятельная работа студентов по дисциплине «Конструкции городских сооружений (основания и фундаменты, металлические конструкции)», раздел: основания и фундаменты проводится с **целью**:

- привить студентам твердые знания по расчету и конструированию оснований и фундаментов зданий и инженерных сооружений;
- развить у студентов целостное представление о работе конструктивной системы «основание – фундамент – сооружение»;
- научить студентов практическим методам определения прочности, жесткости, устойчивости оснований и фундаментов в целях их надежного и экономического проектирования.

Для достижения указанных целей, обучающиеся на основе плана самостоятельной работы должны решить следующие **задачи**:

- назначение оснований и фундаментов, их систематизацию и классификацию, уточнение области рационального применения, а также перспектив развития и путей совершенствования;
- представление экспериментальных положений, расчетно-теоретических схем, основных принципов и методов проектирования оснований и фундаментов с физическим содержанием решаемых инженерных задач;
- наработку практических и методических навыков расчета и конструирования оснований и фундаментов;
- формирование необходимой инженерной интуиции и глазомера применительно к фундаментным конструкциям и грунтам их оснований.

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций	Формируемые компетенции
<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- базу нормативно-технических документов для выполнения расчётного обоснования проектных решений здания (сооружения) промышленного и гражданского назначения;</li> <li>- параметры расчетной схемы здания (сооружения), строительной конструкции здания (сооружения) промышленного и гражданского назначения;</li> <li>- методику выполнения расчетов строительной конструкции, здания (сооружения), основания по первой, второй группам предельных состояний;</li> <li>- методику конструирования и графического оформления проектной документации на строительную конструкцию</li> </ul>	ПК-3
<p><b>Уметь:</b></p>	

<ul style="list-style-type: none"> <li>- применять базу нормативно-технических документов для выполнения расчётного обоснования проектных решений здания (сооружения) промышленного и гражданского назначения;</li> <li>- применять параметры расчетной схемы здания (сооружения), строительной конструкции здания (сооружения) промышленного и гражданского назначения;</li> <li>- пользоваться методикой выполнения расчетов строительной конструкции, здания (сооружения), основания по первой, второй группам предельных состояний;</li> <li>- пользоваться методикой конструирования и графического оформления проектной документации на строительную конструкцию</li> </ul>	
<p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- базой нормативно-технических документов для выполнения расчётного обоснования проектных решений здания (сооружения) промышленного и гражданского назначения;</li> <li>- методикой выбора параметров расчетной схемы здания (сооружения), строительной конструкции здания (сооружения) промышленного и гражданского назначения;</li> <li>- методикой выполнения расчетов строительной конструкции, здания (сооружения), основания по первой, второй группам предельных состояний;</li> <li>- методикой конструирования и графического оформления проектной документации на строительную конструкцию</li> </ul>	

## **1. Цель, задачи и реализуемые компетенции**

Основной целью выполнения расчётно-графической работы студентом при изучении дисциплины «Основания и фундаменты» является научить будущих инженеров – строителей оценивать инженерно-геологические условия строительных участков, развить у студентов целостное представление о работе конструктивной системы «основание – фундамент – сооружение».

Задачи выполнения расчётно-графической работы студентом при изучении дисциплины: выбор оптимальных вариантов строительства в любых геологических условиях, использовать наиболее эффективные и экономичные методы строительства с надежным обеспечением устойчивости сооружения и рационального использования окружающей среды.

Методические рекомендации для студентов по организации выполнения расчётно-графической работы студентом разработаны в соответствии с учебным планом и рабочей программой дисциплины «Основания и фундаменты» включают в себя проверку теоретических, практических навыков и уровня формирования следующих компетенций:

- ПКО-4** способность проводить расчетное обоснование и конструирование строительных конструкций зданий и сооружений промышленного и гражданского назначения

## 2. ФОРМУЛИРОВКА ЗАДАНИЯ И ЕЁ ОБЪЁМ

### 1.1 Задание на расчетно-графическую работу

Проектирование фундаментов обычно состоит из двух этапов. Первый - включает выбор типов оснований и фундаментов, определение глубины заложения и основных габаритных размеров (исходя из расчетов оснований по предельным состояниям). Второй этап - расчет и конструирование фундамента как элемента сооружения (по материалу фундамента). Данное пособие рассматривает выполнение только первого этапа, так как конструирование фундамента и расчет его по материалу рассматривается в курсовых проектах по каменным, бетонным, металлическим и деревянным конструкциям.

Расчётно-графическая работа состоит из расчетно-пояснительной записки и графической части.

В пояснительной записке приводят все необходимые обоснования принятых решений и расчеты. Текстовые пояснения должны быть минимальными. Расчеты оформляют в основном в табличном виде.

Рисунки выполняют так же, как и в технической литературе с обязательным соблюдением масштаба. Под рисунком пишут слово «Рис.», указывают его номер и название. При оформлении таблиц сверху справа пишут слово «Таблица» и указывают ее номер, ниже - ее название. Примечания помещают ниже таблицы. На все таблицы и рисунки должна быть ссылка в тексте.

Пояснительная записка должна быть написана чернилами (пастой) или с помощью компьютера на стандартной бумаге формата 210x297 мм со стандартной рамкой (с полями: слева – 20 мм, с остальных сторон – по 5 мм) и штампом – 40x185 мм на первом листе текста (введение), на всех остальных – 15x185 мм. В начале записки помещают оглавление, в конце - список использованной литературы с обязательными ссылками на нее в тексте. Все страницы, включая рисунки, должны быть пронумерованы.

Графическая часть РГР включает:

- а) схему конструкции фундамента;
- б) схему к расчету осадки фундамента методом элементарного суммирования.

Чертежи выполняют в карандаше или на компьютере на одном - двух листах формата А4 (210мм x 297мм) с обязательным соблюдением требований «Единой системы конструкторской документации» (ЕСКД). Размеры проставляют в миллиметрах.

Для выполнения расчётно-графической работы каждый студент получает индивидуальное задание, которое включает:

- 1) название города и области, где намечено строительство;
- 2) схему фундамента (рис. 1 или рис. 2);
- 3) вертикальную нагрузку на верхний обрез 1 пог.м фундамента (таблица 2);
- 4) данные инженерно-геологических и гидрогеологических условий площадки строительства - основные показатели физико-механических свойств грунтов (таблица 3).

Конечной задачей проектирования является разработка фундамента мелкого заложения для одного несущего элемента здания.

## 1.2. Основные обозначения

### Физические характеристики грунтов

$\rho$  - плотность грунта, т/м<sup>3</sup>;

$\rho_d$  - плотность грунта в сухом состоянии, т/м<sup>3</sup>;

$\rho_s$  - плотность твердых частиц грунта, т/м<sup>3</sup>;

$\gamma$  - удельный вес грунта, кН/м<sup>3</sup>;  $\gamma = \rho \cdot g$

$\gamma_d$  - удельный вес грунта в сухом состоянии, кН/м<sup>3</sup>;  $\gamma_d = \rho_d \cdot g$

$\gamma_s$  - удельный вес твердых частиц грунта кН/м<sup>3</sup>;  $\gamma_s = \rho_s \cdot g$

$\gamma_{sb}$  - удельный вес грунта с учетом взвешивающего действия воды, кН/м<sup>3</sup>;

$\gamma_w$  - удельный вес воды, равный  $\sim 10$  кН/м<sup>3</sup>;

$W$  - влажность грунта природная, в долях единицы;

$W_p$  - влажность на границе раскатывания;

$W_L$  - влажность на границе текучести;

Физические характеристики грунтов определяют опытным путем в лабораторных условиях.  $g = 9,81$  м/с<sup>2</sup> – ускорение свободного падения.

### Классификационные показатели грунтов

$e$  - коэффициент пористости грунта (используется для определения разновидности песчаных грунтов по плотности сложения);

$S_r$  - степень влажности грунта;

$I_p$  - число пластичности грунта;

$I_L$  - показатель текучести грунта.

Классификационные показатели определяют по расчетным формулам на основе физических характеристик грунтов.

### Показатели деформируемости грунтов при сжатии

$m_v$  - относительный коэффициент сжимаемости грунта, МПа<sup>-1</sup>;

$m_0$  - коэффициент сжимаемости грунта, МПа<sup>-1</sup>;

$E$  - модуль деформации, МПа;

$\nu$  - коэффициент относительных поперечных деформаций (коэффициент Пуассона)

### Показатели прочности грунтов (параметры сопротивления сдвигу)

$\varphi_{II}$  - угол внутреннего трения, град;

$c_{II}$  - удельное сцепление, кПа.

Показатели деформируемости и прочности грунтов определяются опытным путем в лабораторных или полевых условиях.

### Условные обозначения при расчетах оснований фундаментов (рис. 1÷2)

DL - отметка планировки;

NL - отметка поверхности природного рельефа;

WL - уровень подземных вод;

$h$  - толщина слоя грунта, м;

$h_f$  - высота фундамента;

- $d$  - глубина заложения подошвы фундамента;  
 $d_f$  - расчетная глубина сезонного промерзания грунта, м;  
 $d_w$  - глубина расположения уровня подземных вод, м;  
 $A$  – площадь подошвы фундамента;  
 $b$  – ширина подошвы фундамента;  
 $l$  – длина подошвы фундамента (при расчетах ленточных фундамента принимается  $l=1$  п.м.);  
 $H_c$  - глубина сжимаемой толщи (от подошвы фундамента до нижней границы сжимаемой толщи (В.С.)), м;  
 $R_0$  – условное сопротивление грунта основания, кПа;  
 $R$  - расчетное сопротивление грунта основания, кПа;  
 $S$  - осадка основания, см;  
 $S_u$  - предельное значение деформации (осадки) основания, см;  
 $N_p$  – внешняя расчетная нагрузка, действующая на обрез фундамента, кН;  
 $P_f$  – расчетная нагрузка от веса фундамента, кН;  
 $P_g$  – расчетная нагрузка от веса грунта над уступами фундамента, кН;  
 $M$  – момент от сочетания расчетных нагрузок, кН·м;  
 $P_{cp}(P_m)$  – среднее давление под подошвой фундамента от действующих нагрузок, кПа;  
 $P_{max(min)}$  – максимальное и минимальное давление под краем фундамента, кПа. [1, 2, 3, 4, 5]

В расчётно-графической работе все расчеты выполняются в размерности международной системы единиц (СИ). Ниже дан перевод механической системы единиц (МК ГСС) в систему СИ.

1. Сила, нагрузка, вес - Г Н.

$$1 \text{ кгс} = 9,81 \text{ Н} \approx 10 \text{ Н.}$$

$$1 \text{ тс} = 9,81 \cdot 10^3 \text{ Н} \approx 10 \text{ кН} = 0,01 \text{ МН}$$

2. Давление (напряжение):

$$1 \text{ кгс/см}^2 = 10 \text{ тс/м}^2 \approx 100 \text{ кПа} (100 \text{ кН/м}^2) = 0,1 \text{ МПа}$$

3. Удельный вес:

$$1 \text{ тс/м}^3 \approx 10 \text{ кН/м}^3 = 0,01 \text{ МН/м}^3.$$

### 1. 3. Исходные данные

В расчетно-графической работе на тему «Расчёт основания и фундамента мелкого заложения под здание» студенты оценивают грунты строительной площадки с позиции возможности устройства фундамента. Выполняют расчет и конструирование одного варианта фундамента на естественном основании. Определяют расход материалов для сооружения расчетного фундамента.

Вариант задания РГР выбирается на основании двух последних цифр зачётной книжки студента в таблице 1.

Таблица 1

Варианты	Нагрузка на фундаменты	Строительная площадь	1	2	3	1	2	3	1	2	3
			21	1-1	10	48	4-2	1	75	8-1	4
22	1-2	9	49	5-1	1	76	8-2	3			



			<b>23</b>	2-1	8	<b>50</b>	5-2	2	<b>77</b>	9-1	2
			<b>24</b>	2-2	7	<b>51</b>	6-1	3	<b>78</b>	9-2	1
			<b>25</b>	3-1	6	<b>52</b>	6-2	4	<b>79</b>	10-1	2
			<b>26</b>	3-2	5	<b>53</b>	7-1	5	<b>80</b>	10-2	3
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>27</b>	4-1	4	<b>54</b>	7-2	6	<b>81</b>	1-1	4
<b>01</b>	1-1	1	<b>28</b>	4-2	3	<b>55</b>	8-1	7	<b>82</b>	1-2	5
<b>02</b>	1-2	2	<b>29</b>	5-1	2	<b>56</b>	8-2	8	<b>83</b>	2-1	6
<b>03</b>	2-1	3	<b>30</b>	5-2	1	<b>57</b>	9-1	9	<b>84</b>	2-2	7
<b>04</b>	2-2	4	<b>31</b>	6-1	2	<b>58</b>	9-2	10	<b>84</b>	3-1	8
<b>05</b>	3-1	5	<b>32</b>	6-2	3	<b>59</b>	10-1	1	<b>86</b>	3-2	9
<b>06</b>	3-2	6	<b>33</b>	7-1	4	<b>60</b>	10-2	2	<b>87</b>	4-1	10
<b>07</b>	4-1	7	<b>34</b>	7-2	5	<b>61</b>	1-1	3	88	4-2	1
<b>08</b>	4-2	8	<b>35</b>	8-1	6	<b>62</b>	1-2	4	89	5-1	2
<b>09</b>	5-1	9	<b>36</b>	8-2	7	<b>63</b>	2-1	5	90	5-2	3
<b>10</b>	5-2	10	<b>37</b>	9-1	8	<b>64</b>	2-2	6	91	6-1	4
<b>11</b>	6-1	1	<b>38</b>	9-2	9	<b>65</b>	3-1	7	92	6-2	5
<b>12</b>	6-2	2	<b>39</b>	10-1	10	<b>66</b>	3-2	8	93	7-1	6
<b>13</b>	7-1	3	<b>40</b>	10-2	9	<b>67</b>	4-1	9	94	7-2	7
<b>14</b>	7-2	4	<b>41</b>	1-1	8	<b>68</b>	4-2	10	95	8-1	8
<b>15</b>	8-1	5	<b>42</b>	1-2	7	<b>69</b>	5-1	10	96	8-2	9
<b>16</b>	8-2	6	<b>43</b>	2-1	6	<b>70</b>	5-2	9	97	9-1	10
<b>17</b>	9-1	7	<b>44</b>	2-2	5	<b>71</b>	6-1	8	98	9-2	1
<b>18</b>	9-2	8	<b>45</b>	3-1	4	<b>72</b>	6-2	7	99	10-1	3
<b>19</b>	10-1	9	<b>46</b>	3-2	3	<b>73</b>	7-1	6			
<b>20</b>	10-2	10	<b>47</b>	4-1	2	<b>74</b>	7-2	5			

Вертикальная нагрузка ( $F_{V,II}$ ) на верхний обрез фундамента приведена в таблице 2.

Таблица 2

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$F_{V,II}$ , кН	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700

Данные инженерно-геологических и гидрогеологических условий площадки строительства по вариантам приведены в таблице 3.

Конструкции фундаментной части даны на схемах (Рис. 1, Рис. 2).

1-ая схема – фундамент мелкого заложения при наличии подвала;

2-ая схема – тоже, но с цокольной частью.

Высота подвала для всех вариантов 2 метра.

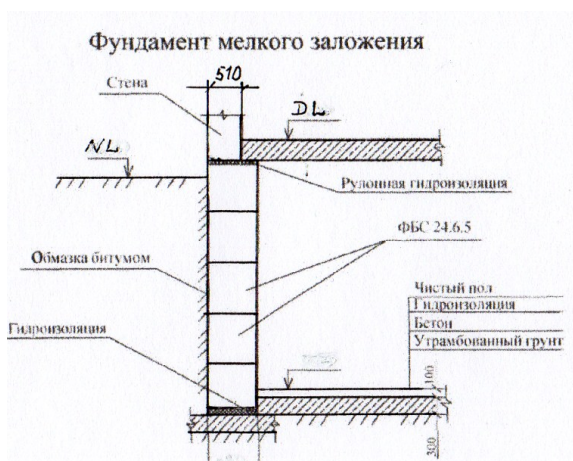


Рис. 1. Расчётная схема № 1 с подвалом.

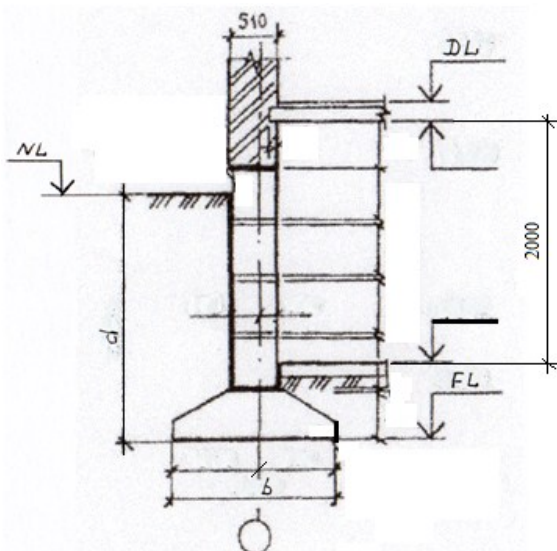


Рис. 2. Расчётная схема № 2  
с полуподвалом.

Студент по двум последним цифрам зачётной книжки выбирает вариант по таблице № 1. Например: последние цифры зачётной книжки 18, следовательно задание будет 9-2 – 8. Это означает, что вертикальная сила (по таблице 2) равна  $F_{V,II} = 650 \text{ кН}$ ; принимается расчетная схема № 2; данные инженерно-геологических и гидрогеологических условий площадки строительства по таблице 3 – вариант № 8.

Таблица 3

№ Вариант	№ слоя	Наименование	Мощность слоя, м	Удельный вес грунта $\gamma$ , кН/м <sup>3</sup>	Удельный вес частиц $\gamma_s$ , кН/м <sup>3</sup>	Влажность грунта, w	Коэф. порист, e	Показатель текучести, $I_L$	Угол внутреннего трения, $\varphi$ , град.	Удельное сцепление, $c_{II}$ , кПа	Модуль деформации, E Мпа	$R_0$ , кПа
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Вариант 1	1	Суглинок с чернозёмом	0,6	19,3	27,0	0,3	0,72	0,42	23	27	15	210
	2	Суглинок жёлто-бурый	4,2	19,5	27,1	0,24	0,74	0,53	21	23,0	12,0	200
	3	Песок жёлто-бурый	2,8	18,8	27,4	0,36	0,98		26	2,0	11,0	100
	4	Суглинок жёлто-бурый	4,2	19,8	27,1	0,27	0,74	0,8	14	41,0	12,0	200
	5	Глина коричневая	2,5	20,0	27,4	0,27	0,74	0,15	19	54,0	21,0	400
	Уровень грунтовых вод от поверхности, м						5,5					
Вариант 2	1	Культурный слой	0,4	17,0								
	2	Песок пылеватый ср. плотности	2,6	19,0	26,6	0,24	0,78		26	4,0	11,0	250
	3	Суглинок бурый	2,8	18,2	26,9	0,24	0,83	0,36	19	19,0	11,0	228
	4	Песок светло-серый, ср. плотности, ср. крупности	2,0	18,4	26,9	0,26	0,84		19	18,0	11,6	227
	5	Суглинок буро-жёлтый	5,0	20,0	26,5	0,25	0,66	0,36	19	19,0	11,0	200
	Уровень грунтовых вод от поверхности, м						6,0					
Вариант 3	1	Культурный слой	0,3	17,0								
	2	Суглинок с чернозёмом	0,4	19,0	26,6	0,14	0,89					210
	3	Суглинок светло-жёлтый	4,0	20,0	27,5	0,27	0,75	0,82	16	15,0	9,0	145
	4	Песок светло-серый	6,4	20,1	27,5	0,26	0,72		29	2,0	21,0	200
	5	Суглинок тёмно-бурый	3,5	19,8	27,1	0,27	0,74	0,75	18	20,0	12,0	350
	Уровень грунтовых вод от поверхности, м						6,0					
Вариант 4	1	Насыпной грунт, культ. слой	0,7	17,0								
	2	Суглинок тёмно-бурый	3,3	18,5	27,2	0,26	0,85	0,64	16	16,0	8,0	300
	3	Глина бурая	2,0	18,6	27,2	0,25	0,83	0,45	16	45,0	16,0	400
	4	Супесь зелено-бурая	3,5	18,8	27,4	0,3	0,89	0,37	9	4,0	3,0	400
	5	Песок серо-бурый, ср. крупности, ср плотности	4,0	21,7	26,7	0,31	0,61		35	14,0	30,0	400
	Уровень грунтовых вод от поверхности, м						6,5					

Продолжение таблицы 3												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Вариант 5	1	Растительный слой	0,3	17,0								
	2	Суглинок светло-бурый	1,8	18,2	27,1	0,22	0,82	0,29	19	19,0	8,0	400
	3	Суглинок жёлто-бурый	2,7	18,7	27,0	0,26	0,82	0,54	19	17,0	8,8	160
	4	Супесь зелено-бурая	4,0	21,0	26,7	0,19	0,51	0,67	30	17,0	28,0	250
	5	Песок зелено-бурый, мелкий, ср. плотности	3,4	19,8	26,6	0,26	0,69		30	1,2	4,0	200
	Уровень грунтовых вод от поверхности, м						5,5					
Вариант 6	1	Культурный слой	0,3	17,0	26,6	0,12	0,67		32	2	17	
	2	Песок жёлтый, мелкий, рыхлый	3,3	19,4	27,0	0,26	0,75		28	1,0	18,0	100
	3	Суглинок красно-бурый	3,6	19,8	27,1	0,27	0,74	0,62	18	21,0	13,0	180
	4	Песок ср. крупности, ср. плотности	2,5	20,0	26,6	0,25	0,66		35	1,0	30,0	400
	5	Глина тёмно-серая	5,2	19,2	27,3	0,32	0,88	0,29	15	41,0	14,0	400
	Уровень грунтовых вод от поверхности, м						7,5					
Вариант 7	1	Культурный слой	0,3	17,0								
	2	Песок буровато-серый, пылеватый, ср. плотности	2,5	18,3	26,6	0,15	0,67		29	3,6	16,6	150
	3	Супесь жёлто-бурая	3,0	18,9	26,8	0,15	0,63	0,43	24	13,4	17,6	268
	4	Песок серый, мелкий, ср. плотности	2,8	20,0	26,6	0,25	0,66		32	2,0	28,0	200
	5	Глина коричневая	4,3	20,0	27,4	0,27	0,74	0,22	19	54,7	21,3	360
	Уровень грунтовых вод от поверхности, м						6,0					
Вариант 8	1	Растительный слой	0,4	17,0								
	2	Песок серовато-жёлтый, пылеватый, ср. плотности	3,4	20,0	26,6	0,25	0,66		24	13,4	17,6	270
	3	Глина коричневатая-серая	3,9	20,0	27,5	0,27	0,75	0,35	32	2,0	28,0	200
	4	Суглинок серый	5,0	21,0	27,0	0,2	0,54	0,75	19	54,7	21,3	360
	5	Супесь серо-бурая	3,0	20,0	26,8	0,15	0,63	0,43	24	13,4	17,6	270
	Уровень грунтовых вод от поверхности, м						3,5					

Продолжение таблицы 3												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Вариант 9	1	Насыпь, культурный слой	0,7	17,0								
	2	Суглинок жёлто-бурый	3,3	19,3	27,0	0,23	0,72		23	27,2	15,5	200
	3	Глина бурая	2,0	19,2	27,4	0,36	0,94	0,26	14	36,7	8,3	220
	4	Супесь зелено-бурая	3,4	21,8	26,7	0,15	0,41	0,83	28	19,0	16,0	200
	5	Песок серо-бурый, мелкий, ср. плотности	5,0	20,0	26,6	0,25	0,66		32	2,0	27,0	200
	Уровень грунтовых вод от поверхности, м						7,0					
Вариант 10	1	Насыпь песчаная со строительным мусором	1,0	18,0	26,5	0,12	0,65		30	4	18	250
	2	Песок жёлтый, пылеватый, ср. плотности	2,5	20,0	26,6	0,25	0,66		30	3,8	17,3	100
	3	Супесь жёлтая	2,5	20,8	26,7	0,19	0,53	0,67	26	15,8	21,0	300
	4	Глина коричневая	4,0	20,1	27,4	0,27	0,73	0,15	19	52,8	21,6	400
	5	Песок жёлтый, ср. крупности, ср. плотности	5,0	19,9	26,4	0,26	0,66		35	1,0	29,0	400
	Уровень грунтовых вод от поверхности, м						4,0					

## 2.4. Содержание работы

Расчетно-пояснительная записка включает следующие разделы.

1. Анализ исходных данных по надфундаментной конструкции.
2. Анализ инженерно-геологических и гидрогеологических условий площадки строительства.
3. Определение глубины заложения фундамента.
4. Определение ширины подошвы фундамента.
5. Расчет давления на подстилающий слой.
6. Расчет осадок фундамента.
7. Заключение по работе.
8. Использованная литература (библиографический список).

## 3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ФУНДАМЕНТА МЕЛКОГО ЗАЛОЖЕНИЯ НА СТЕСТВЕННОМ ОСНОВАНИИ

### 2.1. Определение глубины заложения подошвы фундамента

В практике строительства применяются фундаменты мелкого заложения следующих видов: столбчатые, ленточные, перекрестные и в виде сплошных железобетонных плит.

Наиболее же часто проектируются столбчатые и ленточные фундаменты; которые и рассматриваются в расчетно-графической работе.

Глубину заложения фундаментов следует определять с учетом [6, с. 278]:

- назначения и конструктивных особенностей проектируемого сооружения;
- величины и характеристики нагрузок, воздействующих на основание;
- инженерно - геологических условий площадки строительства (физико-механических свойств грунтов, характера напластований);
- гидрогеологических условий площадки и возможных их изменений в процессе строительства и эксплуатации сооружений;
- глубины сезонного промерзания грунтов.

Определяем глубину заложения подошвы фундамента, исходя из конструктивных особенностей здания (рис. 3)

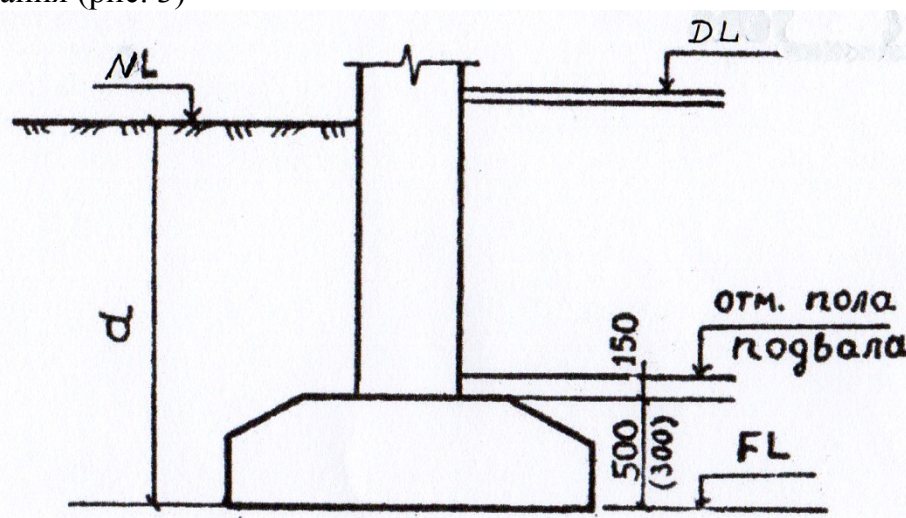


Рис.3. Схема для расчёта глубины заложения подошвы фундамента.

Глубина заложения подошвы фундамента ( $d$ ), определяется по следующей формуле:

$$d = d_0 + h_s + h_{cf} - h_u; \quad (2.1)$$

Где  $d_0$  - размер от чистого пола подвала до пола первого этажа, м;

$h_s$  - величина заглубления подошвы фундамента от низа пола подвала, 0,2...0,5 м;

$h_{cf}$  - высота принятой конструкции пола подвала, 0,1...0,15 м;

$h_u$  - высота цокольной части здания.

Строительная площадка свободна от застройки, по нагрузкам и воздействиям на основания и фундаменты и инженерно-геологическим условиям площадки строительства ограничений нет (здесь необходимо рассмотреть грунтовые условия строительной площадки и уровень грунтовых вод от поверхности).

Место строительства - город Пятигорск.

Минимальное заглубление фундаментов в несущий слой: 10...50 см.

**Проверка глубины** заложения фундамента по глубине сезонного промерзания грунтов:

Определение расчетной глубины сезонного промерзания грунта у фундаментов здания  $d_f$  производят в случае залегания глинистых грунтов по следующей формуле:

$$d_f = K_h \cdot d_{fn} \quad (2.2)$$

где:  $K_h$  - коэффициент, учитывающий влияние теплового режима сооружения, и принимаемый: для наружных фундаментов отапливаемых сооружений по таблице 4 настоящих указаний; для наружных и внутренних фундаментов неотапливаемых сооружений -  $K_h = 1,1$ , кроме районов с отрицательной среднегодовой температурой; в примере для здания с температурой в техническом подполье  $5^\circ\text{C}$  коэффициент  $K_h = 0,7$ .

Таблица 4

*Коэффициент  $K_h$  при определении расчетной глубины сезонного промерзания грунта*

Особенности сооружения	Коэффициент $K_h$ при расчетной среднесуточной температуре воздуха в помещении, примыкающем к наружным фундаментам, $^\circ\text{C}$				
	$0^\circ\text{C}$	$5^\circ\text{C}$	$10^\circ\text{C}$	$15^\circ\text{C}$	$20^\circ\text{C}$ и $>$
Без подвала с полами, устраиваемыми:					
• по грунту	0,9	0,80	0,7	0,6	0,5
• на лагах по грунту	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6
• по утепленному 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

Примечания:

1. Приведенные в таблице значения коэффициента  $K_h$  относятся к фундаментам, у которых расстояние от внешней грани стены до края фундамента  $S_{Lf} < 0,5$  м; если  $a_f > 1,5$  м, значения коэффициента  $K_h$  повышаются на 0,1, но не более, чем до значения  $K_h = 1$ ; при промежуточном размере  $a_f$  значения

коэффициента  $K_f$  определяются по интерполяции.

2. К помещениям, примыкающим к наружным фундаментам, относятся подвалы и технические подполья, а при их отсутствии - помещения первого этажа.

3. При промежуточных значениях температуры воздуха коэффициент  $K_f$  принимается с округлением до ближайшего меньшего значения в таблице.

$d_{fn}$  - нормативная глубина промерзания, определяемая по формуле:

$$d_{fn} = d_0 \sqrt{M_t}, \quad (2.3)$$

$M_t$  - безразмерный коэффициент, численно равный сумме абсолютных значений среднемесячных отрицательных температур за зиму в данном районе: для г.Пятигорска принимается равной  $9^\circ \text{C}$  [3].

$d_0$  - величина, принимаемая равной (м) для: суглинков и глин - 0,23; супесей, песков мелких и пылеватых - 0,28; песков гравелистых, крупных и средней крупности - 0,30; крупнообломочных грунтов - 0,34.

Значение  $d_0$  для грунтов неоднородного сложения принимают как средневзвешенное по глубине в пределах зоны промерзания.

Глубину заложения фундамента окончательно назначают при определении площади подошвы и проверки напряжений под подошвой фундамента.

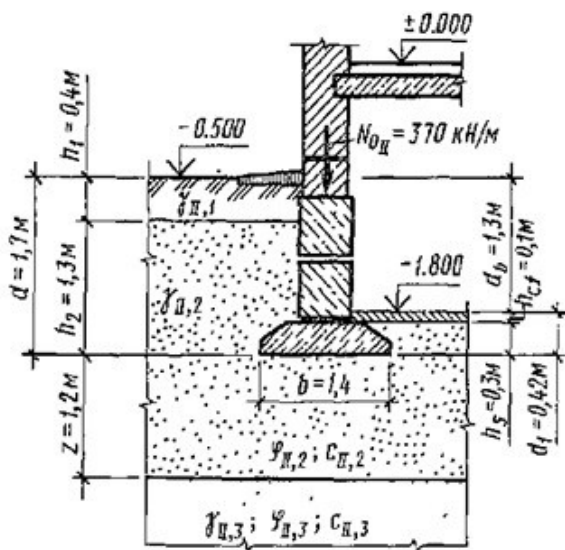


Рис. 4. Расчётная схема.

## 2.2 Определение ширины подошвы фундамента

Ширину подошвы фундамента определяют графически. Для грунтов, характеризуемых углом внутреннего трения  $\varphi_{II}$ , по табл. 6.1 [6, с.155] находят:  $M_\gamma$ ;  $M_q$ ;  $M_c$  - коэффициенты, зависящие от расчетного значения угла внутреннего трения  $\varphi$  грунта, находящегося непосредственно под подошвой фундамента, т.е. рабочего слоя.

Коэффициенты условий работы  $\gamma_{c1}$  и  $\gamma_{c2}$  принимают по табл. 9.1 [6, с.260]: для песка средней крупности  $\gamma_{c1} = 1,4$ ;  $\gamma_{c2} = 1,2$ .

Коэффициент  $k$  принимают равным единице, т.к. характеристики грунтов определены по данным их испытаний.

Осредненное значение удельного веса грунтов, залегающих выше подошвы фундамента, определяют по формуле:



$$\gamma'_{II} = (\sum \gamma_i * h_i) / \sum h_i, \text{ кН/м}^3 \quad (2.4)$$

Приведенную глубину заложения фундамента от уровня пола подвала определяем по формуле (9.6) [1]:

$$d_I = h_s + h_{cf} * \gamma_{cf} / \gamma'_{II} \quad (2.5)$$

где:  $h_s$  – толщина слоя грунта выше подошвы фундамента со стороны подвала, м;

$h_{cf}$  – толщина пола подвала, м;

$\gamma_{cf}$  – расчётный удельный вес материала пола подвала, кН/м<sup>3</sup> (принимается обычно  $\gamma_{cf} = 20$  кН/м<sup>3</sup>);

$d_b$  – глубина подвала, равная расстоянию от уровня планировки до пола подвала, м.

Первый график  $R = f(b)$  по формуле (9.5) [6, с.259]:

$$R = \frac{\gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2}}{k} [M_\gamma \cdot k_z \cdot b \cdot \gamma_{II} + M_q d_1 \gamma'_{II} + (M_q - 1) d_b \gamma'_{II} + M_c c_{II}], \quad (2.6)$$

строят по двум точкам при  $b = 0$  и при  $b = n$  м (где  $n = 2 \dots 4$ )

Подставляя в формулу (2.7) [6, формула 10.7, с.285]:

$$p_{II} = N_{oII} / A + \gamma_m d; \quad (2.7)$$

несколько значений  $b$  и постоянное значение величины  $\gamma_m \cdot d$ , кПа, (где:  $\gamma_m$  – среднее значение удельного веса фундамента и грунта на его уступах, принимаемое обычно равным 20 кН/м<sup>3</sup>) находят соответствующие значения  $p_{II}$  для второго графика:

для:  $b = 1$  м  $p_{II} = \dots$ , кПа;

$b = 1,2$  м  $p_{II} = \dots$ , кПа;

$b = 1,4$  м  $p_{II} = \dots$ , кПа;

$b = 1,6$  м  $p_{II} = \dots$ , кПа;

.....

$b = m$ , м  $p_{II} = \dots$ , кПа;

Интервал в значениях  $b$  может быть произвольным

По полученным данным строят графики  $R = f(b)$  и  $p_{II} = f(b)$  (рис. 5). Точка пересечения двух графиков дает величину  $b$ . Принимают ширину фундамента  $b$ , которая соответствует размеру фундаментной подушки из сборных железобетонных плит.

При этом расчетное давление для принятой ширины подошвы фундамента вычисляют по формуле (2.6) (т.е. значение  $R$  при принятом значении  $b$ )

Проверяют фактическое давление фундамента на основании по формуле (2.7) для принятого значения  $b$ .

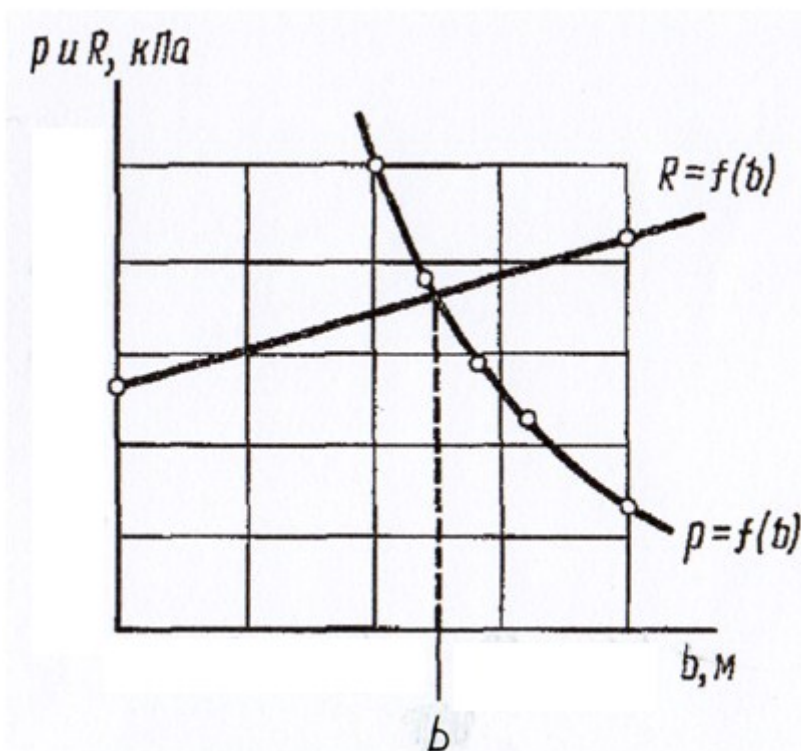


Рис. 5. График для определения ширины подошвы фундамента.

Если выполняется условие (2.8) [6, с.285]

$$P_{II} \leq R_0 \quad (2.8),$$

То считают, что ширина подошвы фундамента выбрана правильно.

После вычисления значения  $b$  принимают размеры фундамента с учетом модульности и унификации конструкций, проверяют по формуле (2.9) [6, с.284] давление по подошве

$$P_{II} = (N_{oII} + G_{fII} + G_{gII})/A \quad (2.9)$$

где:  $N_{oII}$  — расчётная вертикальная нагрузка на уровне обреза фундаментанта;  
 $G_{fII}$  и  $G_{gII}$  — расчётные значения веса фундамента и грунта на уго уступах;  
 $A$  — площадь подошвы фундамента.

Найденная величина  $P_{II}$  должна не только удовлетворять условию (2.8), но и быть по возможности близка к значению расчетного сопротивления грунта  $R$ .

### 2.3 Определение предварительных размеров подошвы фундаментов мелкого заложения методом последовательного приближения

1. Вычисляют площадь подошвы  $A$  в первом приближении

$$A_1 = F_{v,II} / (R_0 - 0,85\gamma_{бет}d).$$

2. Выбирают форму подошвы. Известно, что самая оптимальная с точки зрения ведущих осадок — круглая, но она трудоемка в использовании. Поэтому подошву фундамента принимают квадратной, и только наличие большого по величине момента вынуждает принимать ее прямоугольной ( $b_1/l_1 = 0,65 \dots 0,85$ ).

3. Исходя из  $A_1$ , вычисляют ширину и длину фундамента при принятом отношении  $K = b_1/l_1$ . Например, для квадратной подошвы:  $b_1 = \sqrt{A_1}$ , для прямоугольной:  $A_1 = K \cdot b_1^2$ ;  $l_1 = b_1 / K$ ;  $b_1 = \sqrt{A_1 / K}$ .

Размеры фундамента в плане принимают кратными 30 см, а по высоте – 15 см.

4. Определяют расчетное сопротивление грунта основания (приложения 1)

$$R = \frac{\gamma_{c1}\gamma_{c2}}{K} \left[ M_{\gamma} K_z b_1 \gamma_{II} + M_q d_1 \gamma_{II}' + (M_q - 1) d_s \gamma_{II}' + M_c C \right].$$

5. Вычисляют площадь подошвы во втором приближении

$$A_2 = F_{V,II} / (R - 0,85 \gamma_{bem} \alpha).$$

6. Уточняют размеры подошвы  $b_2$  и  $l_2$ . Проверяют относительную разность двух значений «b» и если она превышает 10% уточнение необходимо продолжить.

7. Конструируют фундамент, назначая определенное количество и размеры ступеней.

#### 2.4 Проверка давления на подстилающий слой слабого грунта

При наличии в пределах сжимаемой толщи основания слабых грунтов или грунтов с расчетным сопротивлением меньшим, чем давление на несущий слой, необходимо проверить давление на них, чтобы уточнить возможность применения при расчете основания теории линейной деформируемости грунтов. Последнее требует, чтобы полное давление на кровлю подстилающего слоя не превышало его расчётного сопротивления [6, с.287], т.е.

$$\sigma_{zp} + \sigma_{zg} \leq R_z \quad (2.10)$$

где:  $\sigma_{zp}$  и  $\sigma_{zg}$  – вертикальные напряжения в грунте на глубине  $z$  от подошвы фундамента (соответственно дополнительное напряжение от нагрузки на фундамент и от собственного веса грунта);

$R_z$  – расчётное сопротивление грунта на глубине кровли слабого слоя.

Величину  $R_z$  определяют по формуле (2.6) как для условного фундамента шириной  $b_z$  и глубиной заложения  $d_z$ . Коэффициенты условий работы  $\gamma_{c1}$ ,  $\gamma_{c2}$  и надёжности  $k$ , а также коэффициенты  $M_{\gamma}$ ,  $M_q$ ,  $M_c$  находят применительно к слою слабого грунта.

Ширину условного фундамента  $b_z$  назначают с учётом рассеивания напряжений в пределах слоя толщиной  $z$ . Если принять, что давление  $\sigma_{zp}$  действует по подошве условного фундамента АВ, то площадь его подошвы должна составлять

$$A_z = N_{oII} / \sigma_{zp}, \quad (2.11)$$

где:  $N_{oII}$  – вертикальная нагрузка на уровне обреза фундамента, кН.

Далее находят ширину условного фундамента по формулам (2.12) – для прямоугольного фундамента и (2.13) – для ленточного [6, с.288]:

$$b_z = \sqrt{A_z + a^2} - a, \quad (2.12);$$

где:  $a = (l-b)/2$  ( $l$  и  $b$  – длина и ширина подошвы фундамента).

$$b_z = A_z / l, \quad (2.13).$$

Если условие (2.10) не соблюдается, то необходимо принять большие размеры подошвы фундамента.

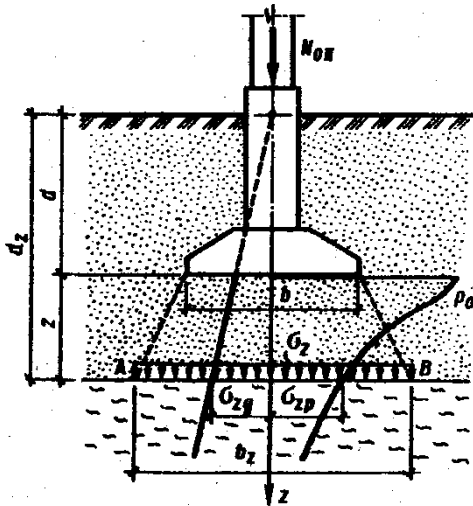


Рис. 6 Расчётная схема к проверки давления на подстилающий слой слабого грунта

#### 4. РАСЧЁТ ОСАДОК ФУНДАМЕНТОВ МЕЛКОГО ЗАЛОЖЕНИЯ

Согласно [1] основания должны рассчитываться по двум группам предельных состояний: первой - по несущей способности и второй - по деформациям. Студент должен обосновать необходимые расчеты оснований по предельным состояниям, а также метод расчета осадок основания.

##### 3.1 Расчёт осадок методом послойного суммирования (вторая группа предельных состояний).

Расчет оснований по деформациям производится, исходя из условия

$$S < S_u, \quad (3.1)$$

где  $S$  - величина совместной деформации основания и сооружения, определяемая расчетом;

$S_u$  - предельное значение совместной деформации основания и сооружения, устанавливаемое по [6, табл.9.2, с.263] или по приложению 6 настоящих указаний.

Расчет осадки основания фундамента мелкого заложения осуществляют в следующей последовательности:

1. Вычерчивают расчетную схему (Рис. 7).
2. Вычисляют вертикальные нормальные напряжения от собственного веса грунта по формуле:

$$\sigma_{zg} = \sum_{i=1}^n \gamma_{II,i} * h_i, \quad (3.2)$$

и строят эпюру природного давления  $\sigma_{zg}$  слева от оси  $z$  и вспомогательную эпюру  $0,2 \sigma_{zg}$  справа. Ниже уровня, грунтовых вод необходимо учитывать взвешивающее действие воды на скелет песчаного грунта и супеси.

Если на некоторой глубине ниже уровня подземных вод залегает водоупорный слой (плотные глины или суглинки), то на его кровле необходимо учитывать также и давление от столба выше лежащей воды [6, с.144]:

3. Определяют величину дополнительного (осадочного) давления на грунт под подошвой фундамента по формуле:

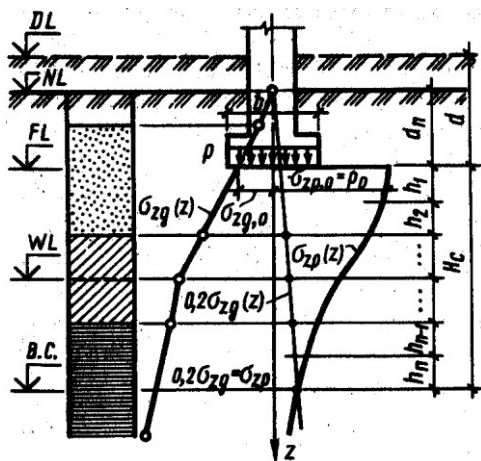


Рис.7 Литологическая колонка и расчётная схема для определения осадок методом послойного суммирования: DL – отметка планировки; NL –отметка поверхности природного рельефа; FL – отметка подошвы фундамента; WL – уровень подземных вод; В.С. – нижняя граница сжимаемой толщи.

$$P_o = P - \sigma_{zg}, \quad (3.3)$$

где:

$$P = (F_{v,II} + G_{ф,II} + \sigma_{zp,II})/A. \quad (3.4)$$

4. Разбивают толщу основания на элементарные слои толщиной  $h_i$ , исходя из условия  $h_i \leq 0,2b$ .

Граница элементарных слоев должны совпадать с границами естественных напластований. Определяют координату подошвы элементарных слоев, причем  $z = 0$  соответствует подошве фундамента, и приступают к заполнению таблицы 6.

5. Вычисляют дополнительные вертикальные нормальные напряжения на границах слоев грунта по формуле:

$$\sigma_{zp} = \alpha P_o, \quad (3.5)$$

где:  $\alpha$  - коэффициент, учитывающий уменьшение дополнительного давления по глубине (приложение 5).

Строят эпюру  $\sigma_{zp}$ . Точка пересечения эпюр  $\sigma_{zp}$  и  $0,2\sigma_{zg}$  соответствует нижней границе сжимаемой толщ (В.С).

6. Определяют величину средних дополнительных давлений в каждом из элементарных слоев

$$\bar{\sigma}_{zp,i}^{cp} = (\bar{\sigma}_{zp,i-1} + \bar{\sigma}_{zp,i})/2. \quad (3.6)$$

7. Определяют величины осадок каждого элементарного слоя

$$S_i = \bar{\sigma}_{zp,i}^{cp} \cdot h_i \cdot \beta_i / E_i, \quad (3.7)$$

где: S - конечная осадка основания;

$h_i$  -толщина i-го слоя грунта;

$E_i$  - модуль деформации i-го слоя грунта;

$\bar{\sigma}_{zp,i}^{cp}$  - среднее значение дополнительного вертикального нормального напряжения в i-ом слое грунта;

$\beta$ - коэффициент, учитывающий отсутствие поперечного расширения при деформировании грунтов в условиях компрессии. Назначают в зависимости от коэффициента Пуассона  $\nu$  (таблица 5).



### **Перечень основной литературы:**

1. Барменкова Е.В. Расчет системы здание - фундамент - основание с использованием модели двухслойной балки на упругом основании винклеровского типа [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Барменкова Е.В.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2015.— 35 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/40439>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю
2. Основания и фундаменты [Электронный ресурс]: методическое пособие к выполнению курсового проектирования для студентов по направлению подготовки 270800.62 «Строительство» профиль («Промышленное и гражданское строительство»)/ — Электрон. текстовые данные.— Черкесск: Северо-Кавказская государственная гуманитарно-технологическая академия, 2014.— 97 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/27214>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю
3. Черныш А.С. Расчет оснований и фундаментов [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Черныш А.С., Калачук Т.Г., Куликов Г.В.— Электрон. текстовые данные.— Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2014.— 83 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/28392>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

### **10.1.2. Перечень дополнительной литературы**

1. Алексеев С.И. Механика грунтов, основания и фундаменты [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Алексеев С.И., Алексеев П.С.— Электрон. текстовые данные.— М.: Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2014.— 332 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45278>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю
2. СП 24.13330.2011. Свайные фундаменты. – М., 2011.
3. СП 26.13330.2012. Фундаменты машин с динамическими нагрузками. - М., 2012.
4. СП 25.13330.2012. Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах. – М., 2012.
5. СП 47.1333.2016. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. – М., 2016

### **10.2. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

1. Методические указания по выполнению практических работ по дисциплине «Основания и фундаменты».
2. Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Основания и фундаменты».
3. Методические рекомендации для студентов по организации самостоятельной работы по дисциплине «Основания и фундаменты».
4. Методические указания по выполнению расчетно-графической работы по дисциплине «Основания и фундаменты».

### **10.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

1. Научная электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ) – [www.diss.rsl.ru](http://www.diss.rsl.ru)
2. «Национальный Электронно-Информационный консорциум» (НП «НЭИКОН») [www.neicon.ru](http://www.neicon.ru)
3. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» [www.window.edu.ru](http://www.window.edu.ru)

4. Ассоциация региональных библиотечных консорциумов (АРБИКОН) – [www.arbicon.ru](http://www.arbicon.ru)
5. Портал «Информационно-коммуникационные технологии в образовании» [www.ict.edu.ru](http://www.ict.edu.ru)
6. Научная электронная библиотека e-library – [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru)
7. Электронная библиотека и электронный каталог научной библиотеки СКФУ – [www.library.stavsu.ru](http://www.library.stavsu.ru)

## **11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

### ***Информационные справочные системы:***

1. [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru) - «Университетская библиотека онлайн»;
2. Электронно-библиотечная система IPRbooks ООО «Ай Пи Эр Медиа».

### ***Программное обеспечение:***

1. Microsoft Windows Professional Russian Upgrade/Software Assurance Pack Academic OPEN 1 License No Level- лицензия № 61541869
2. Microsoft Office Russian License/Software Assurance Pack Academic OPEN 1 License No Level - лицензия № 61541869
3. Microsoft Office - лицензия № 61541869
4. 1С Предприятие 8 Комплект для обучения в высших и средних учебных заведениях - Регистрационный номер 9334707
5. Embarcadero rad studio - Г/к 445/01 от 30 июля 2010 г.
6. IBM Rational Rose modeler - Бесплатно по программе IBM Academic Initiative
7. Mathcad Education - University Edition (50 pack) - Договор № 24-эа/15 от 19 августа 2015г.
8. Photoshop extended CS 5 12.0 WIN AOO License RU - WIN 1330-1052-0528-3946-5457-6917
9. MAC 1330-0662-7185-2512-8915-6761
10. ProjectExpert 7 Tutorial Сетевая версия 15 рабочих мест - Договор № 24-эа/15 от 19 августа 2015г.
11. TRACE MODE 6.09.2 для Windows на 16 точек ввода-вывода - Договор № 24-эа/15 от 19 августа 2015г.
12. Microsoft Visual Basic – AzureDev ID: a6c2b0d7-162e-479f-8a58-384701f33665
13. Python – Бесплатный
14. ОС Microsoft Windows Professional Russian (Microsoft Лицензия №61541869)
15. Microsoft Office Russian License (Microsoft Лицензия №61541869)

## **12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Лаборатория оснований, фундаментов и механики грунтов - для проведения лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации оснащена специализированной учебной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации: компьютер в сборе в составе Celeron 430/3Gb/250Gb/DVDRW (2шт), Dell Optiplex 901 (i7 – 3370/8/1000/7790/ монитор Dell U2412M, учебно-наглядные пособия

1. Ареометр для грунта АГ
2. Анализатор коррозионной активности грунтов АКАГ



3. Балансирный конус Васильев аштативный ШПВ
4. Бюкса грунтовая БГ
5. Воронка В 25-60
6. Измеритель УПГ-МГ4 «Грунт»
7. Комплект колец-пробоотборников
8. Одометр 60
9. Пенетрометр статического действия ПСГ-МГ4
10. Плотномер ДПУ универсальный динамический
11. Плотномер статический
12. Плотномер-влажномер Ковалева в комплекте с конусом Васильева
13. Прибор ПРГ-1
14. Прибор СОЮЗДОРНИИ ПКФ-01 с трамбовкой
15. Весы CAS SW-II-5
16. Ручной буровой комплект геолога
17. Прибор УВТ-3М
18. Пресс гидравлический малогабаритный ПГМ-1000МГ4
19. Прибор Ле-Шателье
20. Набор химических реактивов
21. Измерители прочности бетона электронные ИПС-МГ4.03\*
22. Измерители толщины защитного слоя бетона и расположения арматуры ИПА-МГ4.01\*
23. Измеритель напряжений в арматуре ЭИН-МГ4
24. Квадрокоптер DJI Inspire 1 PRO
25. Лазерный дальномер DISTO D810
26. Измеритель прочности ПУЛЬСАР 2.1 версия 1
27. Бетоноскоп СК-1700
28. Трассотечеискатель Успех АТГ-525.60 (Н)
29. Многочастотный профайлер АЭМП-14
30. Глубинный детектор Jeohunter 3D Dual System

Аудитория для самостоятельной работы оснащена специализированной учебной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации: компьютеры (14 шт) с подключением к сети "Интернет" и доступом в электронную информационно-образовательную среду, книжные шкафы для учебной литературы и учебно-методических материалов.

Читальный зал – помещение для самостоятельной работы оснащен столами ученическими; книжными стеллажами и шкафами для учебной литературы и учебно-методических материалов; компьютерами персональными (CeleronCore420, RAM 2,5 Gb, HDD 80 Gb) – 8 шт. с подключением к сети Интернет и доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

## 5. ПРИЛОЖЕНИЯ

## Приложение 1

**КОЭФФИЦИЕНТЫ  $M_y$ ,  $M_q$ ,  $M_c$  ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ РАСЧЕТНОГО  
СОПРОТИВЛЕНИЯ ГРУНТА ОСНОВАНИЯ  
(СП 22.13330.2011)**

Фп град.	коэффициенты			Фп град.	коэффициенты		
	$M_y$	$M_q$	$M_c$		$M_y$	$M_q$	$M_c$
0	0	1,00	3,14	24	0,72	3,87	6,45
2	0,03	1,12	3,32	26	0,84	4,37	6,90
4	0,06	1,25	3,51	28	0,98	4,93	7,40
6	0,10	1,39	3,71	30	1,15	5,59	7,95
8	0,14	1,55	3,93	32	1,34	6,34	8,55
10	0,18	1,73	4,17	34	1,55	7,22	9,22
12	0,23	1,94	4,42	36	1,81	8,24	9,97
14	0,29	2,17	4,69	38	2,11	9,44	10,80
16	0,36	2,43	5,00	40	2,46	10,85	11,73
18	0,43	2,72	5,31	42	2,88	12,51	12,79
20	0,51	3,06	5,66	44	3,38	14,50	13,98
22	0,61	3,44	6,04	45	3,66	15,64	14,64

**КОЭФФИЦИЕНТЫ УСЛОВИЯ РАБОТЫ (СП 22.13330.2011)**

Грунты	коэфф. $\gamma_{c1}$	Коэффициент $\gamma_{c2}$ для зданий и сооружений с жесткой конструктивной схемой при отношении длины здания (сооружения), или его отсека к высоте L/H, равном	
		4 и более	1,5 и менее
Крупнообломочные грунты с песчаным заполнителем и песчаные грунты, кроме мелких и пылеватых	1,4	1,2	1,4
Пески мелкие: маловлажные и влажные насыщенные водой	1,3	1,1	1,3
	1,25	1,0	1,2
Пески пылеватые: маловлажные и влажные насыщенные водой	1,1	1,0	1,2
	1,25	1,0	1,2
Крупнообломочные грунты с глинистым заполнителем и глинистые грунты с показателем текучести грунта или заполнителя $I_L \leq 0,25$	1,1	1,0	1,2
	1,25	1,0	1,1
То же, $0,25 < I_L \leq 0,5$	1,2	1,0	1,0
То же, при $I_L > 0,5$	1,0	1,0	1,0

**ПРИМЕЧАНИЯ:**

- К сооружениям с жесткой конструктивной схемой относятся сооружения, конструкции которых специально приспособлены к восприятию усилий от деформаций оснований, в том числе за счет применения мероприятий, указанных в п. 2.70 б.
- Для зданий с гибкой конструктивной схемой значение коэфф.  $\gamma_{c2}$  принимается равным единице.
- При промежуточных значениях L/H коэффициент  $\gamma_{c2}$  определяется по интерполяции.
- Для рыхлых песков  $\gamma_{c1}$  и  $\gamma_{c2}$  принимают равным единице.

ФЛ 10. 24-2-0 (из бетона особо плотного).

## Приложение 2

**ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ ПЛИТЫ ИЗ ТЯЖЕЛОГО БЕТОНА  
ДЛЯ ЛЕНТОЧНЫХ ФУНДАМЕНТОВ (ГОСТ 13580-85)**

Марка плиты	Размеры плиты, мм				Масса плиты т				
	ширина В	длина L	высота Н	скос					
				Х		У			
ФЛ 6. 24	600	2380	300	-	-	1,00			
ФЛ 6. 12		1180				0,52			
ФЛ 8. 24	800	2380		-	-	1,40			
ФЛ 8. 12		1180				0,69			
ФЛ 10. 30	1000	2980		200	200	1,75			
ФЛ 10. 24		2380				1,50			
ФЛ 10. 12		1180				0,75			
ФЛ 10. 8		780				0,50			
ФЛ 12. 30	1200	2980		300			2,05		
ФЛ 12. 24		2380					1,8		
ФЛ 12. 12		1180					0,87		
ФЛ 12. 8		780					0,57		
ФЛ 14. 30	1400	2980	300				200	2,40	
ФЛ 14. 24		2380						2,10	
ФЛ 14. 12		1180						1,00	
ФЛ 14. 8		780						0,69	
ФЛ 16. 30	1600	2980	300						2,71
ФЛ 16. 24		2380							2,50
ФЛ 16. 12		1180							1,20
ФЛ 16. 8		780							0,80
ФЛ 20. 30	2000	2980		500	300	5,10			
ФЛ 20. 24		2380				4,05			
ФЛ 20. 12		1180				2,40			
ФЛ 20. 8		780				1,60			
ФЛ 24. 30	2400	2980		500					5,98
ФЛ 24. 24		2380							4,75
ФЛ 24. 12		1180							2,80
ФЛ 24. 8		780							1,90
ФЛ 28. 24	2800	2380	700	300	5,90				
ФЛ 28. 12		1180			3,40				
ФЛ 28. 8		780			2,20				
ФЛ 32. 12	3200	1180			4,00				
ФЛ 32. 8		780			2,60				

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Пример условного обозначения (марки) плиты шириной 1000 мм, длиной 2380 мм, 2-й группы по несущей способности (на среднее давление 0,25 мПа при толщине стены 160 мм):

ФЛ 10. 24-2. В условиях воздействия агрессивных вод;  
ФЛ 10. 24-2-II (из бетона повышенной плотности) и  
ФЛ 10. 24-2-0 (из бетона особо плотного).

## Приложение 3

**БЛОКИ БЕТОННЫЕ ДЛЯ СТЕН ПОДВАЛОВ  
(ГОСТ 13579-78)**

Марка блока	Размеры блока, мм			Класс бетона по прочности на сжатие	Расход материалов		Масса блока тс
	длина l	ширина b	высота h		бетон м³	сталь кг	
ФБС 24.3.6-Т	2380	300	580	В 7,5	0,406	1,46	0,97
ФБС 24.4.6-Т		400			0,503		1,30
ФБС 24.5.6-Т		500			0,679		1,63
ФБС 24.6.6-Т		600			0,815		2,36
ФБС 12.4.6-Т	1180	400	580		0,265	1,46	0,64
ФБС 12.5.6-Т		500			0,331		0,79
ФБС 12.6.6-Т		600			0,398		0,96
ФБС 12.4.3-Т	1180	400	280		0,127	0,74	0,31
ФБС 12.5.3-Т		500			0,159		0,38
ФБС 12.6.3-Т		600			0,191		0,46
ФБС 9.3.6 -Т	880	300	580		0,146	0,76	0,35
ФБС 9.4.6 -Т		400			0,195		0,47
ФБС 9.5.6 -Т		500			0,244		0,59
ФБС 9.6.6 -Т		600			0,293		1,46
ФБВ 9.4.6 -Т	880	400	580		0,161	0,76	0,39
ФБВ 9.5.6 -Т		500			0,202		0,49
ФБВ 9.6.6 -Т		600		0,243	0,58		
ФБП 24.4.6-Т	2380	400	580	В 12,5	0,439	1,46	1,05
ФБП 24.5.6-Т		500			0,526		1,26
ФБП 24.6.6-Т		600			0,583		1,40

**ПРИМЕЧАНИЕ.** 1. В таблице приводится спецификация бетонных блоков для стен подвала, изготовленных из тяжелого бетона – Т (объемная масса 2400 кгс/м³). В ГОСТ 13579-78 приведены так же спецификации бетонных блоков для стен подвалов, изготовленных из бетона на пористых заполнителях (керамзитобетон) - П (объемная масса 1800 кгс/м³) и из бетона плотного силикатного – С (объемная масса 2000 кгс/м³).

2. Блоки подразделяются на три типа:

ФБС - сплошные;

ФБВ - сплошные с вырезом для укладки перемычек и пропуска коммуникаций;

ФБП - пустотелые (с открытыми внизу пустотами).

## Приложение 4

**ГРУППЫ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЛИТ ЛЕНТОЧНЫХ ФУНДАМЕНТОВ  
(ГОСТ 13580-85)**

Ширина плиты, мм	Толщина стены, мм не менее	Наиболее допускаемое давление на основание, мПа, для грунтов по несущей способности			
		1	2	3	4
600	160	0,45			
	300, 500	0,60			
800	160	0,25	0,35	0,45	
	300	0,41	0,57	0,60	
	500	0,60			
1000	160	0,15	0,25	0,35	0,45
	300	0,22	0,36	0,50	0,60
	500	0,42	0,60		
1200	160	0,15	0,25	0,35	0,45
	300	0,21	0,35	0,48	0,60
	500	0,33	0,55	0,60	
1400	160	0,15	0,25	0,35	0,45
	300	0,19	0,31	0,44	0,57
	500	0,26	0,46	0,60	
1600	160	0,15	0,25	0,35	0,45
	300	0,18	0,30	0,42	0,56
	500	0,25	0,43	0,60	
2000	160	0,15	0,25	0,35	0,45
	300	0,17	0,29	0,40	0,52
	500	0,22	0,37	0,52	0,60
2400	160	0,15	0,25	0,35	0,45
	300	0,17	0,28	0,40	0,51
	500	0,21	0,34	0,48	0,60
2800	160	0,15	0,25	0,35	0,45
	300	0,16	0,27	0,39	0,50
	500	0,19	0,32	0,45	0,59
3200	160	0,15	0,25	0,35	-
	300	0,16	0,27	0,37	-
	500	0,19	0,31	0,43	-



**КОЭФФИЦИЕНТ  $\alpha$  ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ОСАДКИ ОСНОВАНИЯ  
(СНИП 2.02.01 - 83\*)**

$\frac{2z}{m} = b$	Коэффициент $\alpha$ для фундаментов							
	круглых	прямоугольных с соотношением сторон $\eta = \ell/b$ , равным						ленточных при $\eta > 10$
		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	0,875	0,879	0,881	0,881
1,2	0,547	0,606	0,682	0,717	0,740	0,749	0,754	0,755
1,6	0,390	0,449	0,532	0,578	0,612	0,630	0,639	0,642
2,0	0,285	0,336	0,444	0,463	0,505	0,529	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	0,350	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	0,130	0,173	0,209	0,250	0,285	0,320	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	0,122	0,150	0,185	0,218	0,256	0,280
4,8	0,067	0,077	0,105	0,130	0,161	0,192	0,230	0,258
5,2	0,053	0,066	0,091	0,112	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	0,172	0,208
6,4	0,036	0,045	0,062	0,077	0,098	0,122	0,158	0,196
6,8	0,032	0,040	0,055	0,069	0,088	0,110	0,144	0,184
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	0,034	0,042	0,053	0,070	0,098	0,144
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

**ПРИМЕЧАНИЕ. .**

1. В табл. обозначено:  $b$  - ширина или диаметр фундамента,  $\ell$  - длина фундамента.
2. Для фундаментов, имеющих подошву в форме правильного многоугольника с площадью  $A$ , значения  $\alpha$  принимаются как для круглых фундаментов радиусом
3. Для промежуточных значений  $\eta$  и  $\eta$  коэффициент  $\alpha$  определяется по интерполяции.

**ПРЕДЕЛЬНЫЕ ДЕФОРМАЦИИ ОСНОВАНИЯ**  
(СНИП 2.02.01-83\*)

Сооружения	Пределные деформации основания		
	относительная разность осадок ( $\Delta S / L$ ) и	креп $i_u$	средняя $\bar{S}_u$ (в скобках максимальная $S_{max, u}$ ) осадка в см
1. Производственные и гражданские одноэтажные здания с полным каркасом: - железобетонным - стальным	0,002	-	(8)
	0,004	-	(12)
2. Здания и сооружения, в конструкциях которых не возникают усилия от неравномерных осадок.	0,006	-	(15)
3. Многоэтажные бескаркасные здания с несущими стенами из: - крупных панелей - крупных блоков или кирпичной кладки без армирования - то же, с армированием, в том числе с устройством железобетонных поясов.	0,0016	0,005	10
	0,0020	0,005	10
	0,0024	0,005	15

- ПРИМЕЧАНИЯ.**
1. Пределные значения относительного прогиба (выгиба) зданий, указанных в п.3 настоящего приложения, принимаются равными  $0,5 (\Delta S / L)$  и.
  2. Если основание сложено горизонтальными (с уклоном не более 0,1), выдержанными по толщине слоями грунтов, предельные значения максимальных и средних осадок допускается увеличивать на 20%.
  3. Для сооружений, перечисленных в п.п.1-3 настоящего приложения, с фундаментами в виде сплошных плит предельные значения средних осадок допускается увеличивать в 1,5 раза.