МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ

ХАРЬКОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ГОРОДСКОГО ХОЗЯЙСТВА имени А. Н. БЕКЕТОВА

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

для выполнения расчетно-графической работы

по дисциплине

«ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ»

(для соискателей всех форм обучения, за специальностью 191 – Архитектура и градостроительство)

Харьков
ХНУГХ им. А. Н. Бекетова
2022

Методические рекомендации для выполнения расчетно-графической работы по дисциплине «Основания и фундаменты» (для соискателей всех форм обучения направления подготовки 191 – Архитектура и градостроительство) / Харьков. нац. ун-т гор. хоз-ва им. А. Н. Бекетова, сост. : О. В. Кичаева, А. М. Левенко. – Харьков : ХНУГХ им. А. Н. Бекетова, 2022. – 29 с.

Составители: д-р техн. наук, доц. О. В. Кичаева,
канд. техн. наук, А. М. Левенко

Рецензент
Е. А. Яковлев, кандидат технических наук, доцент

Рекомендовано кафедрой механики грунтов, фундаментов и инженерной геологии, протокол № 1 від 28.08.2020.

СОДЕРЖАНИЕ

Вступление…….....……. 4

1 Состав и объем расчетно-графической работы……. 5

2 Инженерно-геологические изыскания…… 6

3 Расчет монолитного фундамента на естественном основании…… 14

Приложение А…….. 24

Приложение Б…….. 26

Приложение В…….. 28

Вступление

В настоящих методических указаниях приведены методики для расчета и проектирования фундаментов неглубокого заложения в рамках выполнения расчетно-графической работы (дальше – РГР) по дисциплине Основания и фундаменты для студентов архитектурных специальностей.

Получив персональное задание, студенты должны уяснить поставленную перед ними задачу и детально ознакомиться с методическими указаниями. В этом им помогут лекции по курсу и практические занятия, проводимые руководителем проекта.

Приступив к выполнению РГР, студенты обязаны:

- соблюдать график поэтапного выполнения задания, определяемый преподавателем;
- самостоятельно работать с литературой, рекомендованной для изучения в методических указаниях;
- предъявлять по требованию руководителя выполненную часть РГР.

1 СОСТАВ И ОБЪЕМ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

1.1 Цель и состав работы

Целью РГР является расчет и проектирование фундамента неглубокого заложения (на естественном основании).

Расчетно-графическая работа состоит из расчетно-пояснительной записки и одного листа чертежа формат А3.

В расчетно-пояснительной записке последовательно освещаются вопросы, кратко изложенные в пп. 1.2–1.4.

1.2 Данные инженерно-геологических изысканий

- Расчёт физико-механических характеристик грунтов строительной площадки с классификацией песчаных грунтов по плотности сложения и водонасыщению, а глинистые – по виду и консистенции.
- Построение инженерно-геологического разреза для заданных типов грунтовых условий (прил. 1).
- Составление сводной таблицы физико-механических характеристик.

1.3 Архитектурно-планировочное задание (исходные данные)

- Данные о сооружении (тип и назначение, схематичное изображение на плане).
- Конструктивное задание (нагрузки и исходные грунтовые условия) (прил. 2).

1.4 Расчёт фундаментов на естественном основании

Осуществление анализа грунтового массива, как основания сооружения, определение глубины заложения и конструирование размеров фундаментов. Выполнение необходимых проверок.

1.5 Графическая часть расчетно-графической работы

Выполняется на листе чертежной бумаги формата А3. Эта часть проекта включает в себя: план фундаментов на естественном основании (масштаб 1:100, 1:200); укрупнённые фрагменты планов отдельных

фундаментов и их сечения (масштаб 1:20, 1:25); инженерно-геологический разрез; примечания к чертежу.

2 ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ

2.1 Построение геологического разреза

Геологический разрез строим на листе миллиметровки форматом А3 или А4 по исходным данным бурения 4 скважин, приведенным в приложении А.

С точки зрения построения, геологический разрез представляет собой проекцию геологических структур на вертикальную плоскость, пересекающую грунтовую толщу площадки строительства через стволы разведочных скважин.

Отдельные слои горных пород на разрезе изображают в соответствии принятым условным обозначениям задания на проектирование (прил. А) литологических разновидностей грунтов.

На чертеже указывают абсолютные отметки глубин расположения границ каждого отдельного инженерно-геологического элемента (дальше – ИГЭ), показывают уровень расположения подземных вод.

Все геологические слои нумеруются сверху вниз.

Пример графического изображения инженерно-геологического разреза показан на рисунке 1.

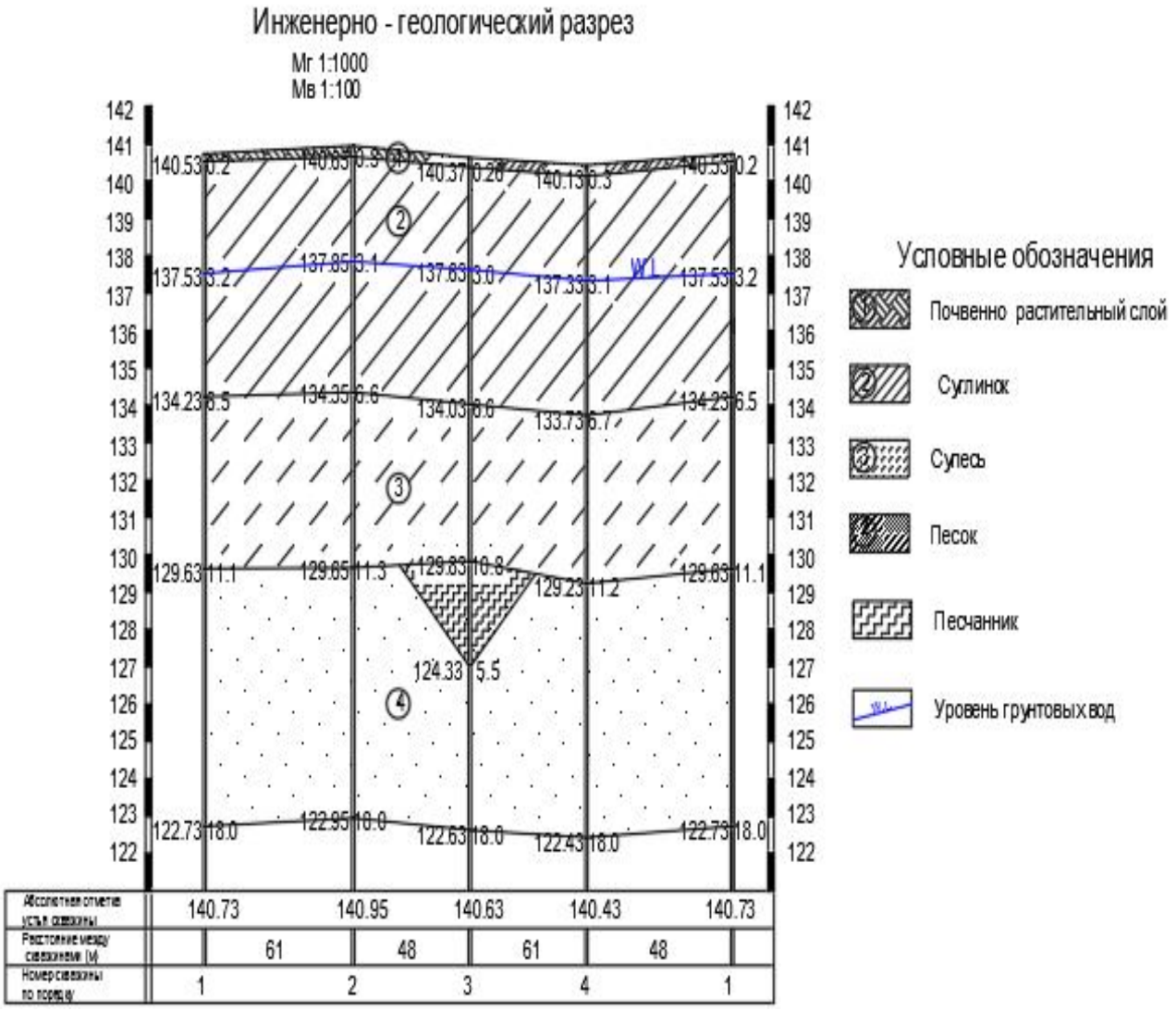

Рисунок 1 – Инженерно-геологический разрез

2.2 Определение физико-механических характеристик грунтов и составление сводной таблицы

Сводную таблицу литологического состава и физико-механических характеристик грунтов составляем на основании физических характеристик, принятых по исходным данным проектного задания и расчетных, а также механических характеристик, определяемых по таблицам нормативной литературы (табл. 2–8).

Физические характеристики, определяемые опытным путем

Влажность грунтов, w, % или в д.е.

Удельный вес грунта, γ, кН/м^3.

Удельный вес частиц, γ_s, кН/м^3.

Влажность на границе раскатывания, w_p, %.

Влажность на границе текучести, w_L, %.

Физические характеристики, определяемые расчетом

Удельный вес сухого грунта, $\gamma_d = \dfrac{\gamma}{1+w}$, кN/m^3 (1)

Коэффициент пористости, $e = \dfrac{\gamma_S}{\gamma_d} - 1$ (2)

Пористость, $n = (1 - \dfrac{\gamma_d}{\gamma_S})' \ 100\%, \ \%$ (3)

Число пластичности, $I_p = w_L - w_P$, % (4)

Показатель текучести, $I_L = \dfrac{w - w_P}{I_P}$ (5)

Степень влажности, $S_r = \dfrac{w \cdot \gamma_S}{e \cdot \gamma_W}$ (6)

где значения влажности (w) подставляются в долях единицы; γ_w – удельный вес воды, равный 10 кН/м^3.

Таблица 1 – Физико-механические характеристики грунтов для фундаментов на естественном основании

Номер инжен.-геологич. элемента	Наименование элемента	Влажность природная, w, %	Влажность на границе пластичности, w_P, %	Влажность на границе текучести, w_L, %	Число пластичности, I_P, %	Показатель текучести I_L	Удельный вес грунта γ_{II}, кН/м^3	Удельный вес частиц, γ_S, кН/м^3	Удельный вес сухого грунта, γ_d, кН/м^3	Коэфф. пористости е	Пористость n, %	Степень влажности S_r	Угол внутреннего трения φ_{II}, градусы	Удельное сцепление C_{II}, кПа	Модуль деформации в естествен. состоянии, Е, МПа	Условное расчетное сопротивление, R_0, кПа
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**15**	**16**	**17**	**18**
ИГЭ-1	Почвенно-растительный слой	К использованию в качестве естественного основания не рекомендуется														
ИГЭ-2																
ИГЭ-3																
ИГЭ-4																
Примечание: Данные таблицы 1 заполняем в соответствии с индивидуальным заданием на проектирование [приложение А];																

В процессе расчета физических характеристик грунтов должна быть выполнена их классификация в соответствии с требованиями таблиц 7, 10, 11, 13 [6], либо таблиц, приведенных ниже, в том числе:

– пылевато-глинистых грунтов по виду согласно таблице 2;

– песчаных грунтов по водосодержанию – таблице 3;

– пылевато-глинистых грунтов по консистенции – таблице 4;

– песчаных грунтов по плотности сложения – таблице 5.

Таблица 2 – Классификация пылевато-глинистых грунтов по виду

Разновидность глинистого грунта	**Число пластичности (I_p)**
Супесь	1 – 7
Суглинок	7 – 17
Глина	> 17

Таблица 3 – Классификация песчаных грунтов по водосодержанию

Разновидность песков	**Степень водонасыщения, Sr, д.е.**
Малой степени водонасыщения	0–0,50
Средней степени водонасыщения	0,50–0,80
Насыщенные водой	0,80–1,00

Таблица 4 – Классификация пылевато-глинистых грунтов по консистенции

Разновидность грунтов	**Показатель текучести (J_L)**
Супесь:	
твердая	< 0
пластичная	0–1
текучая	> 1
Суглинки и глины:	
твердые	< 0
полутвердые	0–0,25
тугопластичные	0,25–0,50
мягкопластичные	0,50–0,75
текучепластичные	0,75–1
текучие	> 1

Таблица 5 – Классификация песчаных грунтов по плотности сложения

Разновидность грунта	**Коэффициенты пористости (*e*)**		
	Пески гравелистые, средней крупности	**Пески мелкие**	**Пески**
Плотный	< 0,55	< 0,60	< 0,60
Средней плотности	0,55–0,70	0,60–0,75	0,60–0,80
Рыхлый	> 0,70	> 0,75	> 0,80

Механические характеристики

Определение механических характеристик c_n, φ_n, E (нормативное значение) грунтов осуществляем в соответствии с таблицами ДБН, приведенными ниже:

Песчаных грунтов:

– удельное сцепление c_n, кПа, угол внутреннего трения φ_n ,град и модуль деформации, E, МПа согласно таблице 6;

– условное расчетное сопротивление грунтов, R_o, кПа, согласно таблице 7;

Глинистых грунтов:

– удельное сцепление c_n, кПа и угол внутреннего трения φ_n, град, согласно таблице 9;

– модуль деформации, E, МПа, согласно таблице 10;

– условное расчетное сопротивление грунтов, R_o, кПа, согласно таблице 8.

Таблица 6 – Нормативные механические характеристики c_n, φ_n, E для песчаных грунтов

Наименование песчаных грунтов	Обозначение характеристик	Характеристики грунта при коэффициенте пористости ***e*** равном			
		0,45	0,55	0,65	0,75
Гравелистые и крупные	C_n	2 (0,02)	1 (0,01)	-	-
	φ_n	43	40	38	-
	E	50 (500)	40(400)	30 (300)	-
Средней крупности пески	C_n	3 (0,03)	2 (0,02)	1 (0,01)	-
	φ_n	40	38	35	-
	E	50 (500)	40 (400)	30 (300)	-
Пески мелкие	C_n	6 (0,06)	4 (0,04)	2 (0,02)	-
	φ_n	38	36	32	28
	E	48 (480)	38 (380)	28 (280)	18 (180)
Пески пылеватые	C_n	8 (0,08)	6 (0,06)	4 (0,04)	2 (0,02)
	φ_n	36	34	30	26
	E	39 (390)	28 (280)	18 (180)	11 (110)

Таблица 7 – Условное расчетное сопротивление песчаных грунтов

Характеристика песка	**R_0 песка, кПа**	
	плотного	**средней плотности**
Крупные	600	500
Средней крупности:	500	400
Мелкие:		
маловлажные	400	300
влажные и водонасыщенные водой	300	200
Пылеватые:		
маловлажные	300	250
влажные	200	150
насыщенные водой	150	100

Таблица 8 – Условное расчетное сопротивление глинистых грунтов

Глинистые грунты	**Коэффициент пористости, *e***	**Значение R_0, кПа (кгс/см^2), при показателе текучести грунта**	
		I_L=0	**I_L=1**
Супеси	0,5 0,7	300 (3) 250 (2,5)	300 (3) 200 (2)
Суглинки	0,5 0,7 1,0	300 (3) 250 (2,5) 200 (2)	250 (2,5) 180 (1,8) 100 (1)
Глины	0,5 0,6 0,8 1,0	600 (6) 500 (5) 300 (3) 250 (2,5)	400 (4) 300 (3) 200 (2) 100 (1)

В расчетах оснований и фундаментов по деформациям грунтовые характеристики обозначаются: ρ_{II}, γ_{II}, φ_{II}, c_{II} и т.д., а их расчетные значения допускается принимать равными нормативным.

Таблица 9 – Нормативные механические характеристики c_n, φ_n, для глинистых грунтов

Наименование грунтов	Предельные значения показателя текучести	Обозначение характеристик грунтов	Характеристики грунтов при коэффициенте ***e***, равном						
			0,45	0,55	0,65	0,75	0,85	0,95	1,05
Супесь	$0 \le I_L \le 0,25$	C_n	21	17	15	13	-	-	-
		φ_n	30	29	27	24	-	-	-
	$0,25 < I_L < 0,75$	C_n	19	15	13	11	9	-	-
		φ_n	28	26	24	21	18	-	-
Суглинок	$0 \le I_L \le 0,25$	C_n	47	37	31	25	22	19	-
		φ_n	26	25	24	23	22	20	-
	$0,25 < I_L \le 0,5$	C_n	39	34	28	23	18	15	-
		φ_n	24	23	22	21	19	17	-
	$0,5 < I_L \le 0,75$	C_n	-	-	25	20	16	14	12
		φ_n	-	-	19	18	16	14	12
Глина	$0 \le I_L \le 0,25$	C_n	-	81	68	54	47	41	36
		φ_n	-	21	20	19	18	16	14
	$0,25 < I_L \le 0,5$	C_n	-	-	57	50	43	37	32
		φ_n	-	-	18	17	16	14	11
	$0,5 < I_L \le 0,75$	C_n	-	-	45	41	36	33	29
		φ_n	-	-	15	14	13	10	7

Таблица 10 – Нормативные механические характеристики *E*, для глинистых грунтов

Наименование грунтов	Предельные значения показателя текучести	Обозначение характеристик грунтов	Модуль деформации грунтов Е, МПа при коэффициенте е, равном						
			0,45	0,55	0,65	0,75	0,85	0,95	1,05
Супесь	$0 \le I_L \le 0,75$	*E*	32	24	16	10	7	-	-
Суглинок	$0 \le I_L \le 0,25$	*E*	34	27	22	17	14	11	-
	$0,25 < I_L \le 0,5$	*E*	32	25	19	14	11	8	-
	$0,5 < I_L \le 0,75$	*E*	-	-	17	12	8	6	5
Глина	$0 \le I_L \le 0,25$	*E*	-	-	24	21	18	15	12
	$0,25 < I_L \le 0,5$	*E*	-	-	21	18	15	12	97
	$0,5 < I_L \le 0,75$	*E*	-	-	-	15	12	9	

3 РАСЧЕТ МОНОЛИТНОГО ФУНДАМЕНТА НА ЕСТЕСТВЕННОМ ОСНОВАНИИ

3.1 Исходные данные

1. Район строительства.

2. Архитектурные объемно-планировочные решения:

в том числе:

– длина, ширина, высота здания;

– размеры основных конструктивных элементов (размеры в плане колонн, ширина стен);

– тип перекрытий.

3. Нагрузки на верхний обрез фундамента: N_{II}; M_{II}.

4. Грунтовые условия до глубины 10–15 м (геологическая колонка, таблица физических характеристик грунтов).

3.2 Определение глубины заложения фундамента

Глубина заложения фундамента на естественном основании должна приниматься на основании требований [3, 6] исходя из следующих основных моментов:

- конструктивных особенностей возводимого сооружения (наличия подвала, унифицированных особенностей сборных элементов фундаментов, модульности частей монолитных фундаментов и др.) $d_к$;
- инженерно-геологических условий площадки строительства (физико-механических свойств грунтового основания);
- минимальной величины глубины заложения фундаментов, d_{min} =0,5 м;
- гидрогеологических условий площадки строительства;
- глубины сезонного промерзания грунтов d_f .

3.2.1 Определение расчетной глубины сезонного промерзания грунта

Расчетную глубину сезонного промерзания грунта определить согласно карте Изогипс в зависимости от района строительства (рис. 2).

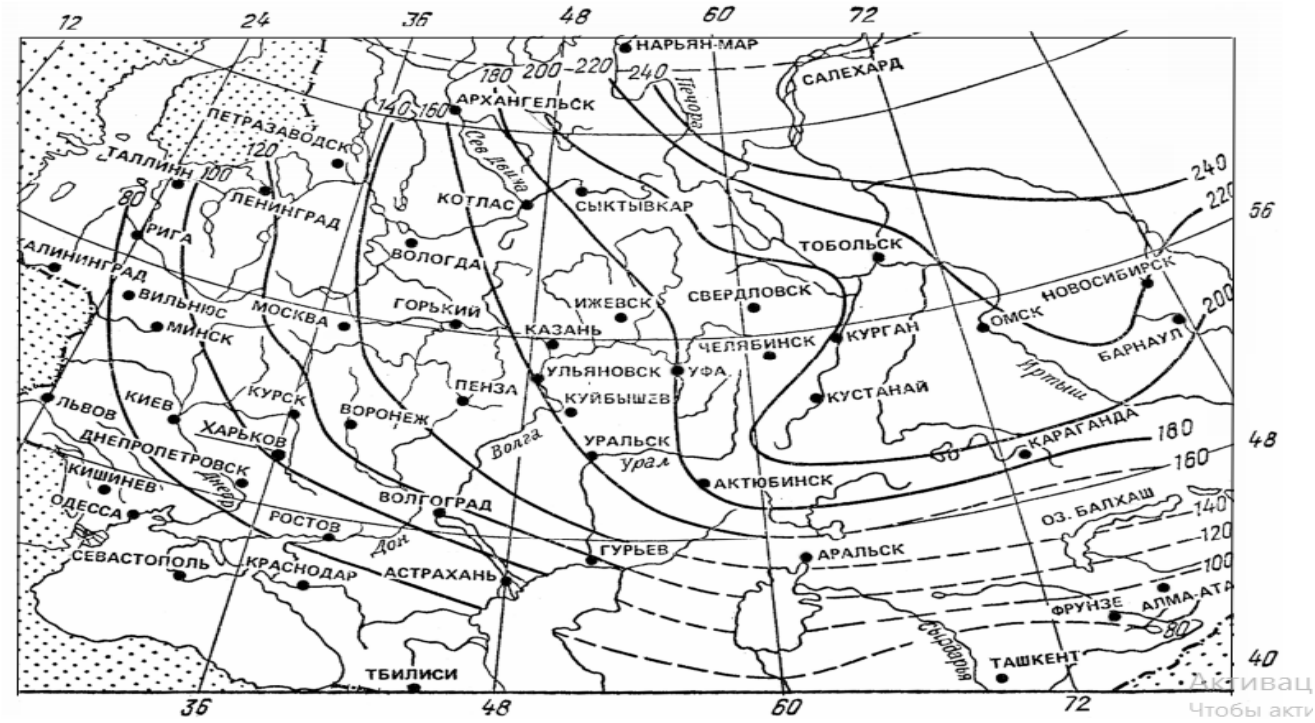

Рисунок 2 – Карта изогипс нормативных глубин сезонного промерзания грунтов

3.2.2 Учет конструктивных особенностей здания

На данном этапе проектирования осуществляется предварительное конструирование фундаментов в вертикальном разрезе. Тип и размеры фундамента принимаем в зависимости от конструктивных особенностей надземной части здания, объёмно-планировочных решений по подземной части, действующих сортаментов сборных элементов фундаментов, требований к модульности размеров отдельных частей монолитных фундаментов, расположению уровня горизонтальной гидроизоляции и пола подвала относительно подошвы фундамента и др. Ориентировочное конструирование можно выполнить в соответствии с рисунком 3.

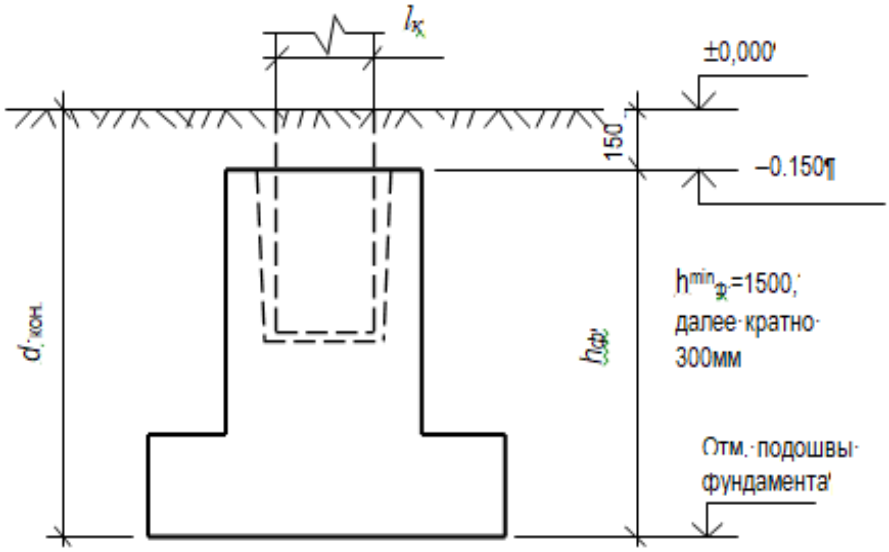

Рисунок 3 – Предварительное конструирование отдельного (столбчатого), монолитного фундамента под сборную железобетонную колонну. Вариант – без подвала

Искомая величина глубины заложения фундамента должна быть больше любого из найденных значений: d_f, $d_{кон.}$, d_{min}.

3.3 Расчет размеров ширины подошвы фундамента на естественном основании

3.3.1 Исходные данные

Нагрузки на фундамент N_{II}, M_{II} (иложение1).

Предварительная расчетная схема фундамента (с учетом принятой величины d).

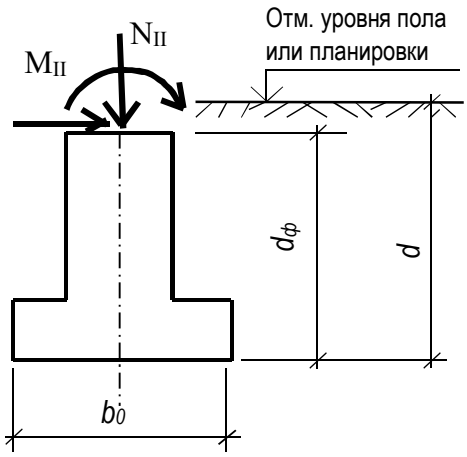

Рисунок 4 – Предварительная расчетная схема фундамента
на естественном основании

3.3.2 Расчет условной ширины подошвы фундамента

Условную ширину подошвы отдельного (столбчатого) фундамента рассчитываем по формуле

$$b_O = \sqrt{\frac{N_{II}}{R_O - \gamma_{mt} \cdot d}} \tag{7}$$

где γ_{mt} – усредненное значение удельного веса материала фундамента и грунта на его ступенях, равное 20 кН/м^3; R_o – условное расчетное сопротивление грунта, расположенного непосредственно под подошвой фундамента (из сводной таблицы 1 физико-механических характеристик грунтов).

3.3.3 Определение расчетного сопротивления грунта

Расчетное сопротивление R для слоя грунта, расположенного под подошвой рассчитываемого фундамента определяем по формуле

$$R = \frac{\gamma_{c1}\gamma_{C2}}{k}\left[M_\gamma k_z b \gamma_{II} + M_q d_1 \gamma_{II}^{/} + \left(M_q - 1\right)\cdot d_b \gamma_{II}^{/} + M_C C_{II}\right], \tag{8}$$

где γ_{C1}=1,25 и γ_{C2}=1,2 - коэффициенты условий работы, принимаемые.

Для безподвального варианта d_1 = d.

Коэффициент k в курсовом проекте принять равным 1,1.

Коэффициенты M_γ, M_q, M_c определяем по таблице приложения В, в зависимости от величины угла внутреннего трения φ слоя грунта, расположенного непосредственно под подошвой фундамента.

Исходя из конструктивных особенностей зданий, согласно вариантам курсового проекта, ширины подошвы фундамента не превышает 10 м, а подвал в заданном здании отсутствует, исходя из чего коэффициенты $k_z = 1$ и $d_b = 0$.

Вместо b вставить значение b_0.

Значения C_{II} и φ_{II} принять по данным таблице 1 для слоя грунта, расположенного непосредственно под подошвой фундамента.

3.3.4 Основная расчётная схема фундамента

После определения условной ширины подошвы фундамента следует составить основную расчетную схему, выполнив расчет усилий, приложенных к точке пересечения вертикальной оси симметрии и плоскости подошвы фундамента – N, M, T.

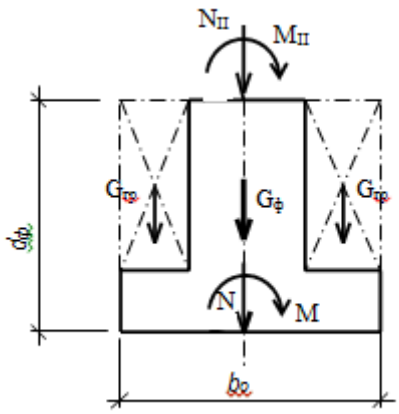

Рисунок 5 – Окончательная расчетная схема фундамента на естественном основании

$$N = N_{II} + G_ф + G_{гр}, \quad (9)$$

$$M = M_{II} \quad (10)$$

$$(G_ф + G_{гр}) = A \cdot d_ф \cdot \gamma_{mt}, \quad (11)$$

где A – расчетная площадь подошвы фундамента, принимаемая в зависимости от его типа.

Так для отдельных (столбчатых) фундаментов А = b_o^2 (м^2);

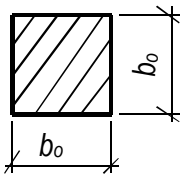

Рисунок 6 – Расчетная площадь подошвы столбчатого фундамента

4.3.5 Определение степени внецентренности приложения нагрузки и рациональной формы подошвы фундамента

Для определения степени внецентренности загрузки фундамента требуется рассчитать эксцентриситет приложенной нагрузки по формуле

$$e = \frac{M}{N} \ . \qquad (12)$$

При: $e \ / \ 0{,}033 \cdot b_0$ – фундамент считать внецентренно нагруженным;

$e \ ' \ 0{,}033 \cdot b_0$ – центрально нагруженным.

Для центрально нагруженного отдельного фундамента рациональной формой подошвы в плане является квадратная, а для внецентренно нагруженных – прямоугольная, вытянутая в плоскости действия момента М (см. рис. 12). Расчет ширины подошвы фундаментов выполняем по формулам

$$b = \sqrt{\frac{N_{II}}{R_o - \gamma_{mt} \cdot d}} \ \text{ - для столбчатого фундамента} \qquad (13)$$

где R – расчетное сопротивление грунта, расположенного под подошвой фундамента, определённое по формуле (5);

η – численный коэффициент, представляющий отношение сторон фундаментной плиты l/b и принимаемый для центрально нагруженного фундамента равным 1, а для внецентренно нагруженного в диапазоне 1,2…1,4.

Полученное по формулам (12–13) значение b нельзя считать достаточно точным, так как расчетное сопротивление R определено с использованием величины условной ширины подошвы фундамента b_0. В то же время точное значение расчетного сопротивления R также необходимо для последующего вы-

полнения обязательных проверок. Дальнейшее уточнение значений b и R осуществляем методом последовательных приближений.

В целом схема расчета по методу последовательных приближений может быть представлена поэтапно следующим образом:

1) R_0

2) b_0

3) R_1

4) b_1

…

i-1) R_i

i) b_i

Расчет цепочки взаимных уточнений b_i и R_i производится до тех пор, пока два последних значения b_i не станут отличаться друг от друга на величину меньшую или равную не более 10 от b_{max} т.е

$$\left| b_i - b_{i-1} \right| \leq 0,1 b_{max}.$$

Для внецентренно нагруженных фундаментов определим также длину подошвы по формуле:

$$l = \eta \cdot b.$$

Полученные методом последовательных приближений значения ширины и длины подошвы фундамента (b и l) не являются окончательными и подлежат корректировке с учетом конструктивных требований к размерам элементов фундаментов либо спецификаций типовых сборных элементов.

Поэтому следующим этапом расчета является окончательное конструирование фундаментов.

3.3.6 Конструирование фундамента

В случае монолитного отдельного фундамента под сборную железобетонную колонну необходимо выполнить следующие конструктивные требования:

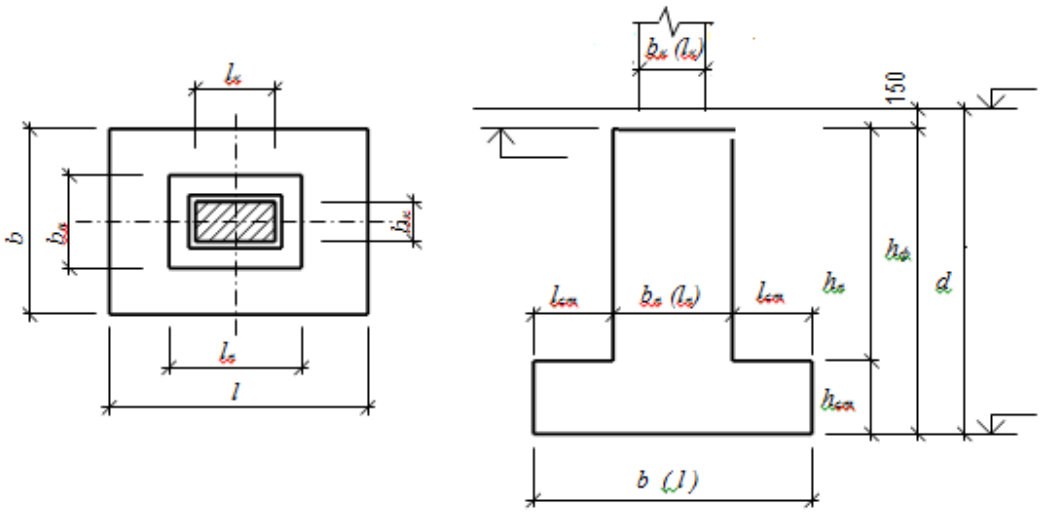

Рисунок 7 – К конструированию отдельного монолитного железобетонного фундамента под сборную железобетонную колонну

Обозначения отдельных элементов фундамента, приведенные на рисунке 7 следующие:

b_k (l_k) – ширина либо длина сечения железобетонной колонны;

b_n (l_n) – ширина либо длина сечения подколонника;

b (l) – ширина либо длина подошвы фундамента;

l_{cm} и h_{cm} – вылет и высота ступени фундамента;

$h_ф$ – высота фундамента.

Требования кратности размеров при их окончательном назначении:

b, l, $h_ф$, b_n, l_n – кратны 300 мм; l_{cm}, h_{cm} – кратны 150 мм;

$h_{cm}^{\min} = 150 мм$;

$h_{зад} = 1...1{,}4 b_к (l_к)$; $\frac{l_{cm}}{h_{cm}} \le 2$ (при отсутствии специального армирования ступеней фундамента).

$t = 0{,}2 \cdot b_к$ или $0{,}2 \cdot l_к$, но не менее 150 мм.

При необходимости устраиваем двух или трех ступенчатый фундамент.

Если общая площадь рассчитанных фундаментов здания превышает 70 % от общей площади «пятна» здания, то рационально перейти к плитному варианту фундамента.

По полученному в результате конструирования значению ширины подошвы b необходимо уточнить расчетное сопротивление грунта R.

4.4 Проверка напряжений под подошвой фундамента

Условия проверки напряжений под подошвой фундамента зависят от степени внецентренности загружения фундамента.

4.4.1 Центрально нагруженный фундамент

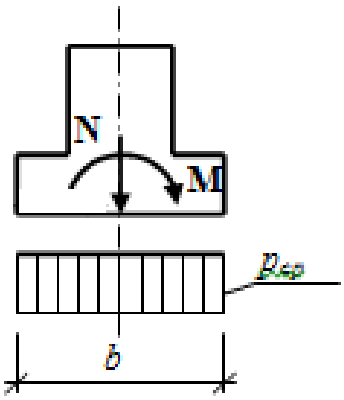

Рисунок 8 – К проверке напряжений под подошвой центрально нагруженного фундамента

Требуется выполнение неравенства:

$$p_{ср} \le R,$$

где $p_{ср}$ – среднее давление по подошве фундамента, определяемое по формуле

$$p_{ср} = \frac{N}{A},$$

где A – площадь подошвы фундамента или расчетный участок, м^2, определяемый для фундамента: с квадратной подошвой как $A = b^2$; с прямоугольной подошвой – $A = b \cdot l$; ленточного – $A = b \cdot 1$.

3.4.2 Внецентренно нагруженный фундамент

Требуется выполнение трех неравенств одновременно:

$$1)\ p_{cp} \le R; \tag{14}$$

$$2)\ p_{max} \le 1{,}2R; \tag{15}$$

$$3)\ p_{min} / 0. \tag{16}$$

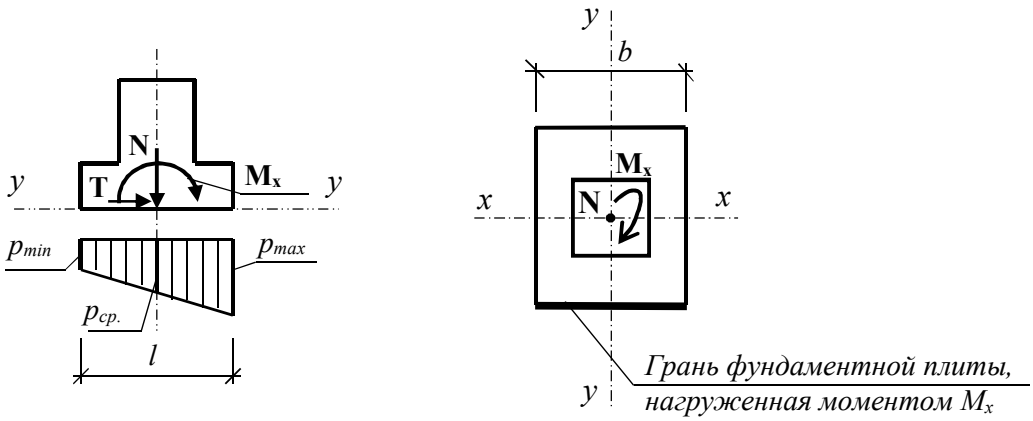

Рисунок 9 – Проверка напряжений под подошвой внецентренно нагруженного фундамента

Максимальное краевое напряжение под подошвой фундамента (при наличии одного момента M_X) рассчитываем по формуле

$$p_{\max} = p_{cp} + \frac{M_x}{W_x} \tag{17}$$

При удовлетворении условий проверки переходим к расчету осадок фундаментов. В противном случае увеличиваем площадь подошвы фундамента и повторяем проверочные расчеты.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Исходные данные для построения инженерно-геологического разреза

Вариант	Скважина	Абсолютная отметка устья скважины, м	Номер слоя и глубина залегания подошвы слоя, м				Уровень грунтовых вод,
			1	2	3	4	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	223,2	0,4	4,5	16,0	20,0	11,5
	2	219,5	0,5	4,5	15,0	19,5	10,5
	3	216,5	0,5	3,5	17,5	21,6	17,0
	4	216,7	0,5	2,9	17,0	21,6	16,0
2	1	172,0	0,6,	4,3	9,3	9,4	8,5
	2	171,5	0,4	3,0	5,6	9,0	8,9
	3	172,1	0,2	3,0	4,6	9,7	8,5
	4	172,5	0,3	2,0	6,0	9,0	8,7
3	1	188,0	0,3	1,7	4,0	7,0	5,3
	2	188,0	0,5	2,0	4,4	8,2	5,9
	3	187,9	0,5	2,0	4,4	9,0	6,1
	4	187,7	0,4	2,1	4,8	9,8	5,3
4	1	204,5	0,4	2,5	5,1	8,7	6,2
	2	204,1	0,3	2,2	5,3	7,5	6,0
	3	203,7	0,3	1,9	4,8	6,6	5,9
	4	203,7	0,5	3,5	4,8	6,9	5,5
5	1	222,5	0,5	4,0	18,0	20,0	19,3
	2	221,9	0,8	3,5	18,4	21,5	20,0
	3	219,5	0,8	9,0	19,0	20,6	19,9
	4	215,0	0,9	5,2	10,6	22,0	21,0
6	1	196,3	0,7	3,5	6,9	10,8	8,1
	2	195,7	0,6	3,1	7,2	10,4	8,6
	3	195,6	0,3	4,2	6,3	10,5	9,0
	4	194,7	0,5	5,2	6,5	10,6	8,5
7	1	232,5	0,5	4,0	18,0	24,0	15,6
	2	231,9	0,8	3,5	18,4	22,5	14,9
	3	229,5	0,8	4,0	19,0	21,0	16,1
	4	225,0	0,9	4,3	10,6	12,0	16,0
8	1	140,0	0,3	5,5	8,1	15,5	11,8
	2	140,5	0,3	5,2	8,0	16,0	12,3
	3	140,1	0,4	5,0	7,5	16,0	13,3
	4	139,5	0,4	8,3	8,0	16,5	12,6
9	1	128,0	1,0	5,2	12,4	23,5	18,3
	2	126,0	0,8	4,8	11,8	22,0	17,9
	3	125,0	0,8	4,6	12,0	25,0	17,5
	4	122,0	1,2	1,0	11,2	22,0	17,2
10	1	232,5	0,9	4,0	18,0	24,0	18,6

Вариант	Скважина	Абсолютная отметка устья скважины, м	Номер слоя и глубина залегания подошвы слоя, м				Уровень грунтовых вод,
			1	2	3	4	
1	2	3	4	5	6	7	8
	2	231,9	0,6	3,5	18,4		18,9
	3	229,5	0,6	4,0	19,0	22,1	19,3
	4	225,0	0,8	3,9	10,6	22,5	19,0
11	1	532,3	0,5	4,0	19,5	28,6	20,3
	2	529,5	0,5	5,5	20,0	30,0	20,3
	3	526,8	0,7	5,6	21,0	28,0	21,0
	4	532,3	0,5	4,0	19,5	28,6	22,6
12	1	104,9	0,4	2,4	6,0	18,8	12,2
	2	104,7	0,4	2,9	7,2	18,3	15,7
	3	104,6	0,3	3,6	7,9	18,7	14,2
	4	103,6	0,4	3,8	7,4	18,9	15,5
13	1	92,7	1,0	2,1	4,9	13,5	10,3
	2	94,5	0,6	2,8	4,2	15,0	9,9
	3	96,6	0,7	4,1	4,6	17,1	11,3
	4	97,9	0,3	4,8	5,8	15,6	10,6
14	1	123,1	0,7	3,6	5,5	12,0	9,9
	2	124,7	0,9	4,5	5,2	13,5	10,3
	3	125,5	0,5	5,2	6,8	14,5	10,5
	4	123,6	1,0	3,7	5,2	12,5	10,2
15	1	159,2	1,2	5,3	8,2	13,5	6,7
	2	159,7	1,0	5,0	8,1	14,0	6,8
	3	162,3	1,5	6,8	10,3	15,5	8,8
	4	163,1	1,8	7,2	10,6	16,0	9,3
16	1	230,6	0,5	3,2	17,0	20,0	18,0
	2	230,3	0,6	3,0	16,0	23,0	18,1
	3	228,6	0,6	3,8	15,0	26,5	17,4
	4	226,0	0,7	3,5	13,8	26,3	17,3
17	1	229,3	0,3	3,0	5,5	16,0	10,3
	2	229,8	0,4	3,2	6,7	15,0	10,9
	3	230,2	0,4	3,1	7,1	15,0	11,2
	4	230,8	0,4	4,0	7,5	14,0	11,7
18	1	46,3	0,8	4,8	9,3	13,3	10,1
	2	44,2	1,0	5,0	7,7	11,2	9,7
	3	48,6	0,9	5,4	11,6	15,1	12,6
	4	49,1	1,2	4,6	11,1	15,1	12,6
19	1	132,6	0,6	4,0	10,2	18,0	12,6
	2	131,9	0,7	3,5	11,3	18,4	13,7
	3	129,5	0,8	9,0	10,8	19,0	13,5
	4	125,0	0,9	5,0	10,9	15,0	11,0
20	1	116,0	0,8	3,4	10,5	13,0	10,9
	2	117,5	0,7	3,5	6,9	10,8	9,6
	3	118,6	0,6	3,1	7,2	10,4	8,3
	4	119,6	0,3	4,2	6,3	10,5	8,7

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Исходные данные для проектирования фундамента

Таблица Б.1 – Влажность природная и удельный вес песка

	Последняя цифра шифра									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Влажность, *W*, д.е.	0,04	0,06	0,02	0,05	0,10	0,13	0,08	0,12	0,07	0,09
Удельный вес γ_{II}, кН/м^3	17,10	17,38	17,19	17,36	18,18	17,32	18,86	17,22	18,06	17,21
Удельный вес частиц грунта γ_s, кН/м^3	26,6	26,6	26,6	26,6	26,6	26,6	26,6	26,6	26,6	26,6

Таблица Б.2 – Влажность природная, удельный вес, границы текучести и пластичности для суглинка

	Предпоследняя цифра шифра									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Влажность, *W*, д.е.	0,22	0,23	0,25	0,27	0,26	0,33	0,35	0,31	0,32	0,29
Удельный вес γ_{II}, кН/м^3	19,20	19,24	19,35	19,31	18,91	19,40	19,30	18,35	18,70	19,10
Удельный вес частиц грунта γ_s, кН/м^3	27,1	27,1	27,1	27,1	27,1	27,1	27,1	27,1	27,1	27,1
Граница текучести W_L, д.е.	0,36	0,35	0,34	0,33	0,32	0,31	0,30	0,29	0,28	0,27
Граница пластичности W_P, д.е	0,21	0,20	0,18	0,17	0,19	0,15	0,16	0,14	0,13	0,18

Таблица Б.3 – Влажность природная, удельный вес, границы текучести и пластичности для супеси

	Последняя цифра шифра									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Влажность, *W*, д.е.	0,29	0,21	0,22	0,24	0,28	0,31	0,30	0,27	0,25	0,23
Удельный вес γ_{II}, кН/м^3	18,21	18,24	18,35	19,13	18,87	18,40	18,39	19,35	19,17	18,23
Удельный вес частиц грунта γ_s, кН/м^3	27,0	27,0	27,0	27,0	27,0	27,0	27,0	27,0	27,0	27,0
Граница текучести W_L, д.е.	0,31	0,33	0,39	0,23	0,29	0,35	0,34	0,31	0,28	0,24
Граница пластичности W_P, д.е	0,19	0,24	0,28	0,15	0,17	0,23	0,22	0,23	0,17	0,16

Таблица Б.4 – Вертикальные, центрально приложенные нагрузки

	Начальная буква фамилии студента									
	О,В, Щ	Г,Х, Н	Т,У,Р	К,С, Й	Ю,З, Л	Е,М, А	Ш,Н, Ч	Э,Д, Я	Ж,Ц, И	П,Б, Ф
Ленточный фундамент N, кН	250	360	453	296	439	390	510	480	390	350
Столбчатый фундамент под колонну N, кН	1200	1560	1320	1860	1430	1300	1225	1130	1050	1190
Свайный фундамент N, кН	2500	1900	2250	2300	2350	1950	2200	2100	2450	2150

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Коэффициенты M_γ, M_q, M_c

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

Виробничо-практичне видання

Методичні рекомендації

до виконання
розрахунково-графічної роботи

«ОСНОВИ ТА ФУНДАМЕНТИ»

*(для здобувачів усіх форм навчання
із спеціальності 191 – Архітектура та містобудування)*

(Рос. мовою)

Укладачі: **КІЧАЄВА** Оксана Володимирівна,
ЛЕВЕНКО Ганна Михайлівна

Відповідальний за випуск *Г. М. Левенко*

Редактор *О. М. Михаленко*

Комп'ютерне верстання *Г. М. Левенко*

План 2019, поз. 15 М.

Підп. до друку 02.02.2021. Формат 60 × 84/16.
Електронне видання. Ум. друк. арк. 1,7.

Видавець і виготовлювач:
Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 61002.
Електронна адреса: office@kname.edu.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:
ДК № 5328 від 11.04.2017.