

Методические рекомендации
по формированию критериев проверки (оценивания) олимпиадных заданий
заключительного этапа

Необходимо по каждому предмету разработать задания, а к ним оформить критерии проверки заданий. При этом учитывать, что максимальное количество баллов за все задания одного варианта олимпиадных заданий равно 100. Количество заданий не может быть менее 5.

Ниже представлена форма для оформления критериев проверки заданий.

Оформление

Заключительный этап олимпиады «Я – магистр» для поступающих в
магистратуру в 2026 году

Олимпиада по 08.04.01 Строительство

Критерии проверки.

1. Вариант преамбулы к критериям проверки заданий:

Вариант заключительного этапа Олимпиады по 08.04.01 Строительство включает в себя 5 заданий разного тип. Каждое задание оценивается от 0 до 50 баллов. Наибольшая итоговая сумма баллов, которой могут быть оценены ответы на все вопросы олимпиадного варианта при условии отсутствия в них ошибок, неправильных, неполных или неточных ответов, равна 100. Неверные ответы оцениваются в 0 баллов. Возможен частичный зачёт баллов за неполный ответ на задание. Под неполным понимается ответ, содержащий правильные ответы не на все вопросы задания. В таком случае присуждается только часть баллов за правильные ответы задания, соответствующая доле от максимально возможного балла. Подсчёт итоговой оценки за задание осуществляется путём суммирования баллов, выставленных за каждый из вопросов.

Задача 1.

Вычислить нормативную глубину промерзания грунта (песок крупный) в г. Самара.

Всего: 3 баллов. Из них: ____.

Критерии проверки (оценивания)

Критерий	Балл
Дан неверный ответ/ответ отсутствует	0
Правильно определена сумма абсолютных значений среднемесячных отрицательных температур за зиму для г. Самара	1
Удалось верно определить величину d_0 , которая зависит от типа грунта, для крупного песка	1
Удалось верно вычислить нормативную глубину промерзания грунта $d_{fn} = d_0 \sqrt{M_t}$	1
Дан верный ответ по всем пунктам	3

Задача 2.

Классифицировать глинистый грунт со значениями характерных влажностей $W_P=0,19$, $W_L=0,41$, а также определить граничные значения промежутка влажности, в пределах которого данный грунт будет текуче-пластичной консистенции.

Всего: 7 баллов. Из них: ____.

Критерии проверки (оценивания)

Критерий	Балл
Дан неверный ответ/ответ отсутствует	0
Удалось правильно вычислить число пластичности	1
Удалось правильно классифицировать глинистый грунт. $I_P=W_L-W_P$, грунт – глина	1
Удалось правильно установить верхнее граничное значение показателя текучести, соответствующего текуче-пластичной консистенции глины	1
Удалось правильно установить нижнее граничное значение показателя текучести, соответствующего текуче-пластичной консистенции глины	1
Правильно указана формула расчета показателя текучести $I_L=(W-W_P)/(W_L-W_P)$	1
Удалось правильно вычислить верхнее граничное значение величины влажности, соответствующее текуче-пластичной консистенции глины	1
Удалось правильно вычислить нижнее граничное значение величины влажности, соответствующее текуче-пластичной консистенции глины	1

Дан верный ответ по всем пунктам	7
----------------------------------	---

Задача 3.

Определить величину расчетного сопротивления глинистого грунта основания если известно:

- 1) грунт основания - суглинок полутвердой консистенции с прочностными показателями $c=22$, $\phi=21$ (определены непосредственными испытаниями);
- 2) ширина подошвы фундамента $b=3,3$ м;
- 3) коэффициенты условий работы $\gamma_{c2} = 1$;
- 4) глубина заложения фундамента $d_1=1,65$ м;
- 5) усредненные значения удельного веса грунта залегающих выше и ниже подошвы фундамента равны соответственно $\gamma'_{II} = 18$ кН/м³, $\gamma_{II} = 18$ кН/м³;
- 6) подвал в здании отсутствует.

Всего: 12 баллов. Из них: ____.

Критерии проверки (оценивания)

Критерий	Балл
Дан неверный ответ/ответ отсутствует	0
Удалось правильно определить коэффициент условий работы γ_{c1}	2
Удалось правильно определить коэффициент K и K_z .	2
Удалось правильно определить коэффициент M_γ .	2
Удалось правильно определить коэффициент M_q	2
Удалось правильно определить коэффициент M_c	2
Удалось верно вычислить величину расчетного сопротивления глинистого грунта основания	2
Дан верный ответ по всем пунктам	12

Задача 4.

Рассчитать величину недонапряжения (перенапряжения) грунта основания внецентренно нагруженного столбчатого фундамента если известно:

- 1) величина центрально приложенной вертикальной силы в уровне обреза фундамента $N=543$ кН;
- 2) величина момента в уровне обреза фундамента $M=73$ кН·м;
- 3) величина горизонтальной силы в уровне обреза фундамента $Q=-38$ кН (знак сохраняется);
- 4) величина внецентренно приложенной вертикальной силы от веса ограждающих конструкций в уровне обреза фундамента $G_1=655$ кН (знак сохраняется);
- 5) расстояние от оси фундамента до места приложения внецентренно приложенной вертикальной силы от веса ограждающих конструкций в уровне обреза фундамента $k=0,755$ м;
- 6) размеры подошвы фундамента $L=3$ м, $B=2,4$ м;

- 7) высота фундамента $d=1,5$ м;
 8) вес фундамента 238 кН;
 9) расчетное сопротивление грунта $R=303$ кПа;
 10) момент приложен вдоль большей из сторон подошвы фундамента.

Всего: 28 баллов. Из них: _____.

Критерии проверки (оценивания)

Критерий	Балл
Дан неверный ответ/ответ отсутствует	0
Удалось правильно рассчитать вес фундамента	3
Удалось правильно рассчитать сумму вертикальных сил в уровне подошвы фундамента ΣN	3
Удалось правильно рассчитать сумму моментов относительно середины фундамента в уровне его подошвы ΣM	4
Удалось правильно рассчитать эксцентриситет вертикальной нагрузки, приложенной к подошве фундамента $e = \left \frac{\Sigma M}{\Sigma N} \right $	3
Удалось правильно рассчитать относительный эксцентриситет вертикальной нагрузки в подошве фундамента $\varepsilon = \frac{e}{L}$	3
Удалось правильно рассчитать давление в подошве фундамента $P = \frac{\Sigma N}{B \cdot L}$	3
Удалось правильно рассчитать максимальное краевое давление в подошве фундамента $P_{max} = P \cdot (1 + 6 \cdot \varepsilon)$	3
Удалось правильно рассчитать минимальное краевое давление в подошве фундамента $P_{min} = P \cdot (1 - 6 \cdot \varepsilon)$	3
Удалось верно вычислить величину недонапряжения по наиболее невыгодному сочетанию $\Delta_p = \frac{1,2 \cdot R - P_{max}}{1,2 \cdot R}$	3
Дан верный ответ по всем пунктам	28

Задача 5.

Рассчитать величину осадки основания столбчатого фундамента если известно:

- 1) суммарная вертикальная нагрузка в уровне подошвы фундамента $N=2064$ кН;
- 2) удельный вес грунта основания $\gamma=17,8$ кН/м³;
- 3) глубина заложения фундамента $d=1,65$ м;
- 4) размеры подошвы фундамента $L=3,3$ м, $B=2,4$ м;
- 5) модуль общих деформаций грунта основания $E=17$ МПа.

Всего: 50 баллов. Из них: ____.

Критерии проверки (оценивания)

Критерий	Балл
Дан неверный ответ/ответ отсутствует	0
Удалось правильно рассчитать толщину элементарного слоя $h_i=0,4 \cdot B$	1
Удалось правильно рассчитать соотношение L/B	1
Удалось правильно рассчитать величину z_i для каждого i -го слоя $z_i=i \cdot h$	4
Удалось правильно рассчитать величину ζ_i для каждого i -го слоя $\zeta_i=2 \cdot z_i/B$	4
Удалось правильно рассчитать величину $\sigma_{zg0} = d \cdot \gamma$	1
Удалось правильно рассчитать давление от веса грунта σ_{zgi} для каждого i -го слоя $\sigma_{zgi} = \sigma_{zg0} + z_i \cdot \gamma$	5
Удалось правильно рассчитать величину $0,5 \cdot \sigma_{zg0}$ для каждого i -го слоя	2
Удалось правильно определить величину α_i для каждого i -го слоя	5
Удалось правильно рассчитать величину σ_{zyi} для каждого i -го слоя $\sigma_{zyi} = \alpha_i \cdot \sigma_{zg0}$	5
Удалось правильно рассчитать величину давления по подошве P , $P = \frac{N}{L \cdot B}$	1
Удалось правильно рассчитать величину вертикальных дополнительных напряжений в грунте σ_{zpi} для каждого i -го слоя $\sigma_{zpi} = \alpha_i \cdot P$	5
Удалось правильно определить мощность сжимаемой толщи	1
Удалось правильно рассчитать величину $\sigma_{zpi} - \sigma_{zyi}$ для каждого i -го слоя	5
Удалось правильно рассчитать величину $\sigma_{zpi} - \sigma_{zyi}$ в середине каждого i -го слоя	5
Удалось верно вычислить величину осадки основания столбчатого фундамента $S = \beta \cdot \sum_{i=1}^n \frac{h_i \cdot (\sigma_{zpi} - \sigma_{zyi})}{E} + \beta \cdot \sum_{i=1}^n \frac{h_i \cdot \sigma_{zyi}}{E_e} = 0,014 \text{ м}$	5



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ДГТУ)**

**ОЛИМПИАДА «Я – МАГИСТР»
ДЛЯ ПОСТУПАЮЩИХ В МАГИСТРАТУРУ в 2026 году**

**«СТРОИТЕЛЬСТВО»/ «ПРОМЫШЛЕННОЕ И ГРАЖДАНСКОЕ
СТРОИТЕЛЬСТВО»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ
К ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОМУ ЭТАПУ ОЛИМПИАДЫ**

Составители:

Прокопов А. Ю., доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой
«Инженерная геология основания и фундаменты»;

Литвинов С. В., доктор технических наук, профессор кафедры «Инженерная
геология основания и фундаменты»;

Акопян В.Ф., кандидат технических наук, доцент кафедры «Инженерная геология
основания и фундаменты».

(члены методической комиссии)

Председатель методической комиссии:

О проведении заключительного этапа олимпиады «Я – магистр» для поступающих в магистратуру в 2026 году – 07

Прокопов А. Ю., доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой
«Инженерная геология основания и фундаменты»

ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП

Характер и уровень сложности олимпиадных задач направлены на достижение целей проведения Олимпиады: выявление и поддержка лиц, проявивших выдающиеся способности; стимулирование учебно-познавательной и научно-исследовательской деятельности обучающихся; развитие у обучающихся интеллектуальных и творческих способностей; создание необходимых условий для формирования качественного контингента магистрантов, ориентированных на продолжение академической карьеры; формирование системы непрерывного взаимодействия с одаренной и талантливой молодежью; распространение и популяризация научных знаний; привлечение талантливой молодежи, в том числе из зарубежных стран, к обучению в магистратуре.

Задания дифференцированы по сложности и требуют различных временных затрат на верное и полное решение. Задания направлены на выявление интеллектуального потенциала, аналитических способностей и креативности мышления участников и т.п.

Очный этап Олимпиады проводится только в письменной форме. Каждый участник Олимпиады получает бланк с заданием, содержащий 5 заданий. При выполнении заданий требуется:

1. Вычислить нормативную глубину промерзания грунта;
2. Определить граничные значения величин влажности глинистого грунта;
3. Определить величину расчетного сопротивления глинистого грунта основания;
4. Рассчитать величину недонапряжения (перенапряжения) столбчатого фундамента;
5. Рассчитать величину осадки основания столбчатого фундамента;

При подготовке к Олимпиаде следует повторить приведенные ниже темы.

ПЕРЕЧЕНЬ ЭЛЕМЕНТОВ СОДЕРЖАНИЯ, ВКЛЮЧЕННЫХ В ЗАДАНИЯ ОЛИМПИАДЫ ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОГО ЭТАПА 2025/2026 УЧЕБНОГО ГОДА

Тема 1. Учет влияния климатических факторов при строительстве фундаментов.

Требуется рассчитать нормативную глубину промерзания грунта.

Вычислить нормативную глубину промерзания грунта (песок крупный) в г. Самара.

Необходимо определить сумму абсолютных значений среднемесячных отрицательных температур за зиму для г. Самара $M_t=44,9$. Далее определить величину d_0 , которая зависит от типа грунта, для крупного песка $d_0=0,3$. Подставить найденные значения формулу для расчета нормативной глубины промерзания грунта и вычислить ее $d_{fn} = d_0\sqrt{M_t} = 0,3\sqrt{44,9} = 2,01\text{м}$

Ответ: $d_{fn} = 2,01\text{м}$

Вычислить нормативную глубину промерзания грунта (суглинок) в г. Челябинск.

Необходимо определить сумму абсолютных значений среднемесячных отрицательных температур за зиму для г. Челябинск $M_t=56,6$. Далее определить величину d_0 , которая зависит от типа грунта, для суглинка $d_0=0,23$. Подставить найденные значения формулу для расчета нормативной глубины промерзания грунта и вычислить ее $d_{fn} = d_0\sqrt{M_t} = 0,23\sqrt{56,6} = 1,73\text{м}$

Ответ: $d_{fn} = 1,73\text{м}$

Тема 2. Учет влияния геологических факторов при строительстве фундаментов.

Требуется классифицировать глинистый грунт и определить граничные значения величин его влажности, которые соответствуют определенной консистенции.

Классифицировать глинистый грунт со значениями характерных влажностей $W_p=0,19$, $W_L=0,41$, а также определить граничные значения промежутка влажности, в пределах которого данный грунт будет текуче-пластичной консистенции.

Необходимо определить какой именно глинистый грунт представлен в задании. Подставить значения в формулу и вычислить число пластичности $I_p=W_L-W_p=0,41-0,19=0,22$. Соответственно грунт – глина. Далее необходимо установить какие граничные значения показателя текучести соответствуют текуче-пластичной консистенции глины. $I_{L1}=0,75$, $I_{L2}=1$. Подставить в формулу расчета показателя текучести все известные значения и найти неизвестные величины, которыми являются искомые значения величин влажности:

$$W_1=(I_p*0,75+W_p)*100\%=(0,22*0,75+0,19)*100\%=35,5\%$$

$$W_2=(I_p*1+W_p)*100\%=(0,22*1+0,19)*100\%=41\%.$$

Ответ: $W_1=35,5\%$; $W_2=41\%$.

Классифицировать глинистый грунт со значениями характерных влажностей $W_p=0,14$, $W_L=0,28$, а также определить граничные значения промежутка влажности, в пределах которого данный грунт будет полутвердой консистенции.

Необходимо определить какой именно глинистый грунт представлен в задании. Подставить значения в формулу и вычислить число пластичности $I_p=W_L-W_p=0,28-0,14=0,14$. Соответственно грунт – суглинок. Далее необходимо установить какие граничные значения показателя текучести соответствуют текуче-пластичной консистенции глины. $I_{L1}=0$, $I_{L2}=0,25$. Подставить в формулу расчета показателя текучести все известные значения и найти неизвестные величины, которыми являются искомые значения величин влажности:

$$W_1=(I_p*0+W_p)*100\%=(0,14*0+0,14)*100\%=14\%$$

$$W_2=(I_p*0,25+W_p)*100\%=(0,14*0,25+0,14)*100\%=17,5\%.$$

Ответ: $W_1=14\%$; $W_2=17,5\%$.

Тема 3. Учет влияния физико-механических свойств грунтов при строительстве фундаментов.

Требуется определить величину расчетного сопротивления глинистого грунта основания.

Определить величину расчетного сопротивления глинистого грунта основания если известно:

- 1) грунт основания - суглинок полутвердой консистенции с прочностными показателями $c=22$, $\phi=21$ (определены непосредственными испытаниями);
- 2) ширина подошвы фундамента $b=3,3$ м;
- 3) коэффициенты условий работы $\gamma_{c2} = 1$;
- 4) глубина заложения фундамента $d_1=1,65$ м;
- 5) усредненные значения удельного веса грунта залегающих выше и ниже подошвы фундамента равны соответственно $\gamma_{II} = 18$ кН/м³, $\gamma_{II} = 18$ кН/м³;
- 6) подвал в здании отсутствует.

Необходимо определить коэффициенты условий работы $\gamma_{c1} = 1,25$. Определить коэффициент $K=1$. Далее найти коэффициенты $M_\gamma=0,56$, $M_q=3,24$, $M_c=5,84$. Определить коэффициент $K_z=1$. Подставить все данные в формулу для определения величины расчетного сопротивления:

$$R = \frac{\gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2}}{K} [M_\gamma \cdot K_z \cdot b \cdot \gamma_{II} + M_q \cdot d_1 \cdot \gamma_{II}^I + (M_q - 1) \cdot d_{b-\gamma} \cdot \gamma_{II}^I + M_c \cdot C_{II}] = 316 \text{ кПа}$$

Ответ: $R=316$ кПа.

Определить величину расчетного сопротивления глинистого грунта основания если известно:

- 1) грунт основания - супесь твердой консистенции с прочностными показателями $c=15$, $\phi=27$ (определены непосредственными испытаниями);
- 2) ширина подошвы фундамента $b=3$ м;
- 3) коэффициенты условий работы $\gamma_{c2} = 1$;
- 4) глубина заложения фундамента $d_1=2$ м;
- 5) усредненные значения удельного веса грунта залегающих выше и ниже подошвы фундамента равны соответственно $\gamma_{II} = 17,8$ кН/м³, $\gamma_{II} = 17,8$ кН/м³.
- 6) подвал в здании отсутствует.

Необходимо определить коэффициенты условий работы $\gamma_{c1} = 1,25$. Определить коэффициент $K=1$. Далее найти коэффициенты $M_\gamma=0,91$, $M_q=4,64$, $M_c=7,14$. Определить коэффициент $K_z=1$. Подставить все данные в формулу для определения величины расчетного сопротивления:

$$R = \frac{\gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2}}{K} [M_\gamma \cdot K_z \cdot b \cdot \gamma_{II} + M_q \cdot d_1 \cdot \gamma_{II}^I + (M_q - 1) \cdot d_{b-\gamma} \cdot \gamma_{II}^I + M_c \cdot C_{II}] = 391 \text{ кПа}$$

Ответ: $R=391$ кПа.

Тема 4. Учет влияния внецентренного нагружения на развитие краевых давлений фундаментов.

Требуется рассчитать величину недонапряжения или перенапряжения грунта основания внецентренно нагруженного столбчатого фундамента.

Рассчитать величину недонапряжения (перенапряжения) грунта основания внецентренно нагруженного столбчатого фундамента если известно:

1) величина центрально приложенной вертикальной силы в уровне обреза фундамента $N=543$ кН;

2) величина момента в уровне обреза фундамента $M=73$ кН·м;

3) величина горизонтальной силы в уровне обреза фундамента $Q=-38$ кН (знак сохраняется);

4) величина внецентренно приложенной вертикальной силы от веса ограждающих конструкций в уровне обреза фундамента $G_1=655$ кН (знак сохраняется);

5) расстояние от оси фундамента до места приложения внецентренно приложенной вертикальной силы от веса ограждающих конструкций в уровне обреза фундамента $k=0,755$ м;

6) размеры подошвы фундамента $L=3$ м, $B=2,4$ м;

7) высота фундамента $d=1,5$ м;

8) вес фундамента 238 кН;

9) расчетное сопротивление грунта $R=303$ кПа;

10) момент приложен вдоль большей из сторон подошвы фундамента.

В первую очередь необходимо определить вес фундамента по формуле: $G_f = B \cdot L \cdot d \cdot \gamma_{\text{мт}} = 238$ кН. Далее необходимо определить сумму вертикальных сил в уровне подошвы фундамента по формуле: $\Sigma N = N + G_1 + G_f = 1436$ кН. Далее необходимо определить сумму моментов относительно середины фундамента в уровне его подошвы по формуле: $\Sigma M = M + Q \cdot d + G_1 \cdot k = 478$ кНм. Далее необходимо определить эксцентриситет вертикальной нагрузки, приложенной к подошве фундамента по формуле: $e = \left| \frac{\Sigma M}{\Sigma N} \right| = 0,333$. Далее необходимо определить относительный эксцентриситет вертикальной нагрузки в подошве фундамента по формуле: $\varepsilon = \frac{e}{L} = 0,111$. Такая величина относительный эксцентриситет вертикальной нагрузки в подошве фундамента устраивает, т.к. не превышает предельно допустимой величины относительного эксцентриситета вертикальной нагрузки в подошве фундамента. Далее необходимо определить давление в подошве фундамента по формуле $P = \frac{\Sigma N}{B \cdot L} = 199$ кПа. Далее необходимо определить краевые давления в подошве фундамента по формулам: $P_{\text{max}} = P \cdot (1 + 6 \cdot \varepsilon) = 331$ кПа, $P_{\text{min}} = P \cdot (1 - 6 \cdot \varepsilon) = 67$ кПа. Далее необходимо рассчитать недонапряжение по наиболее невыгодному сочетанию по формуле: $\Delta p = \frac{1,2 \cdot R - P_{\text{ма}}}{1,2 \cdot R} \cdot 100\% = 9\%$.

Ответ: $\Delta p=9\%$.

Рассчитать величину недонапряжения (перенапряжения) грунта основания внецентренно нагруженного столбчатого фундамента если известно:

1) величина центрально приложенной вертикальной силы в уровне обреза фундамента $N=512$ кН;

2) величина момента в уровне обреза фундамента $M=67$ кН·м;

3) величина горизонтальной силы в уровне обреза фундамента $Q=-31$ кН (знак сохраняется);

4) величина внецентренно приложенной вертикальной силы от веса ограждающих конструкций в уровне обреза фундамента $G_1=1039$ кН (знак сохраняется);

5) расстояние от оси фундамента до места приложения внецентренно приложенной вертикальной силы от веса ограждающих конструкций в уровне обреза фундамента $k=0,755$ м;

6) размеры подошвы фундамента $L=3,3$ м, $B=3$ м;

7) высота фундамента $d=1,5$ м;

8) вес фундамента $G_f=327$ кН;

9) расчетное сопротивление грунта $R=282$ кПа;

10) момент приложен вдоль большей из сторон подошвы фундамента.

В первую очередь необходимо определить вес фундамента по формуле: $G_f = B \cdot L \cdot d \cdot \gamma_{\text{мт}} = 327$ кН. Далее необходимо определить сумму вертикальных сил в уровне подошвы фундамента по формуле: $\sum N = N + G_1 + G_f = 1878$ кН. Далее необходимо определить сумму моментов относительно середины фундамента в уровне его подошвы по формуле: $\sum M = M + Q \cdot d + G_1 \cdot k = 754$ кНм. Далее необходимо определить эксцентриситет вертикальной нагрузки, приложенной к подошве фундамента по формуле: $e = \left| \frac{\sum M}{\sum N} \right| = 0,401$. Далее необходимо определить относительный эксцентриситет вертикальной нагрузки в подошве фундамента по формуле: $\varepsilon = \frac{e}{L} = 0,122$. Такая величина относительный эксцентриситет вертикальной нагрузки в подошве фундамента устраивает, т.к. не превышает предельно допустимой величины относительного эксцентриситета вертикальной нагрузки в подошве фундамента. Далее необходимо определить давление в подошве фундамента по формуле $P = \frac{\sum N}{B \cdot L} = 190$ кПа. Далее необходимо определить крайевые давления в подошве фундамента по формулам: $P_{\text{max}} = P \cdot (1 + 6 \cdot \varepsilon) = 329$ кПа, $P_{\text{min}} = P \cdot (1 - 6 \cdot \varepsilon) = 51$ кПа. Далее необходимо рассчитать недонапряжение по наиболее невыгодному сочетанию по формуле: $\Delta_p = \frac{1,2 \cdot R - P_{\text{max}}}{1,2 \cdot R} \cdot 100\% = 3\%$.

Ответ: $\Delta_p=3\%$.

Тема 5. Определение величин деформаций оснований фундаментов.

Требуется рассчитать величину осадки основания столбчатого фундамента.

Рассчитать величину осадки основания столбчатого фундамента если известно:

- 1) суммарная вертикальная нагрузка в уровне подошвы фундамента $N=2064$ кН;
- 2) удельный вес грунта основания $\gamma=17,8$ кН/м³;
- 3) глубина заложения фундамента $d=1,65$ м;
- 4) размеры подошвы фундамента $L=3,3$ м, $B=2,4$ м;
- 5) модуль общих деформаций грунта основания $E=17$ МПа.

В первую очередь необходимо определить толщину элементарного слоя по формуле: $h_i=0,4 \cdot B=0,96$ м. Далее необходимо разбить основание ниже подошвы фундамента на элементарные слои (ориентировочно 8 шт.). Далее рассчитать соотношение $L/B=1,375$. После чего рассчитать величину z_i для каждого i -го слоя по формуле $z_i=i \cdot h$. Далее необходимо для каждого слоя рассчитать величину ζ_i по формуле $\zeta_i=2 \cdot z_i/B$. Далее необходимо рассчитать величину $\sigma_{zg0} = d \cdot \gamma = 29,37$ кПа. Далее для каждого слоя необходимо рассчитать давление от веса грунта σ_{zgi} по формуле: $\sigma_{zgi} = \sigma_{zg0} + z_i \cdot \gamma$. Также для каждого слоя нужно рассчитать величину $0,5 \cdot \sigma_{zgi}$. Далее для каждого слоя необходимо определить величину α_i . После чего для каждого слоя нужно определить величины σ_{zpi} по формуле $\sigma_{zpi} = \alpha_i \cdot \sigma_{zg0}$. Далее необходимо рассчитать величину давления по подошве P по формуле $P = \frac{N}{L \cdot B} = 261$ кПа. Далее для каждого слоя необходимо рассчитать величину вертикальных дополнительных напряжений в грунте по формуле: $\sigma_{zpi} = \alpha_i \cdot P$. Далее, сопоставив величины $0,5 \cdot \sigma_{zgi}$ и σ_{zpi} необходимо определить мощность сжимаемой толщи. Далее для каждого слоя, находящегося выше низа сжимаемой толщи, необходимо рассчитать величину $\sigma_{zpi} - \sigma_{zyi}$. Далее для каждого слоя, находящегося выше низа сжимаемой толщи, необходимо рассчитать величину $\sigma_{zpi} - \sigma_{zyi}$ в середине слоя. В завершении расчета необходимо вычислить величину осадки основания столбчатого фундамента по формуле:

$$S = \beta \cdot \sum_{i=1}^n \frac{h_i \cdot (\sigma_{zpi} - \sigma_{zyi})}{E} + \beta \cdot \sum_{i=1}^n \frac{h_i \cdot \sigma_{zyi}}{E_e} = 0,027 \text{ м}$$

Ответ: $S=0,027$ м.

Рассчитать величину осадки основания столбчатого фундамента если известно:

- 1) суммарная вертикальная нагрузка в уровне подошвы фундамента $N=1650$ кН;
- 2) удельный вес грунта основания $\gamma=17,5$ кН/м³;
- 3) глубина заложения фундамента $d=1,65$ м;
- 4) размеры подошвы фундамента $L=2,7$ м, $B=2,1$ м;
- 5) модуль общих деформаций грунта основания $E=33$ МПа.

В первую очередь необходимо определить толщину элементарного слоя по формуле: $h_i=0,4 \cdot B=0,84$ м. Далее необходимо разбить основание ниже подошвы фундамента на элементарные слои (ориентировочно 8 шт.). Далее рассчитать соотношение $L/B=1,285$. После чего рассчитать величину z_i для каждого i -го слоя по

формуле $z_i = i \cdot h$. Далее необходимо для каждого слоя рассчитать величину ζ_i по формуле $\zeta_i = 2 \cdot z_i / B$. Далее необходимо рассчитать величину $\sigma_{zg0} = d \cdot \gamma = 28,88$ кПа. Далее для каждого слоя необходимо рассчитать давление от веса грунта σ_{zgi} по формуле: $\sigma_{zgi} = \sigma_{zg0} + z_i \cdot \gamma$. Также для каждого слоя нужно рассчитать величину $0,5 \cdot \sigma_{zgi}$. Далее для каждого слоя необходимо определить величину α_i . После чего для каждого слоя нужно определить величины σ_{zyi} по формуле $\sigma_{zyi} = \alpha_i \cdot \sigma_{zg0}$. Далее необходимо рассчитать величину давления по подошве P по формуле $P = \frac{N}{L \cdot B} = 291$ кПа. Далее для каждого слоя необходимо рассчитать величину вертикальных дополнительных напряжений в грунте по формуле: $\sigma_{zpi} = \alpha_i \cdot P$. Далее, сопоставив величины $0,5 \cdot \sigma_{zgi}$ и σ_{zpi} необходимо определить мощность сжимаемой толщи. Далее для каждого слоя, находящегося выше низа сжимаемой толщи, необходимо рассчитать величину $\sigma_{zpi} - \sigma_{zyi}$. Далее для каждого слоя, находящегося выше низа сжимаемой толщи, необходимо рассчитать величину $\sigma_{zpi} - \sigma_{zyi}$ в середине слоя. В завершении расчета необходимо вычислить величину осадки основания столбчатого фундамента по формуле:

$$S = \beta \cdot \sum_{i=1}^n \frac{h_i \cdot (\sigma_{zpi} - \sigma_{zyi})}{E} + \beta \cdot \sum_{i=1}^n \frac{h_i \cdot \sigma_{zyi}}{E_e} = 0,014 \text{ м}$$

Ответ: $S = 0,014$ м.