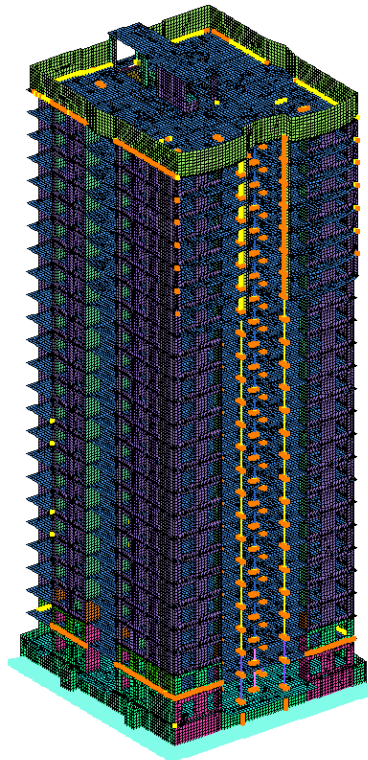




**«Многоэтажная жилая застройка на территории площадью 42 га.,
прилегающей к Западному обходу, в Прикубанском округе г. Краснодара.
Жилой дом Литер 12 (12-й этап строительства). Корректировка 2.»**

**Конструктивный расчет
24-этажный жилой дом. Литер 12**



Директор

Главный конструктор



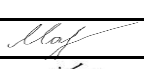

Жукова А.В.

Марьин А.А.

г. Краснодар, 2021 г.

Содержание

| | |
|--|-----|
| 1. Исходные данные. | 3 |
| 2. Сейсмичность площадки строительства. | 6 |
| 3. Конструктивное решение. | 6 |
| 4. Расчет здания на основные и особые сочетания нагрузок с учетом сейсмических воздействий. | 7 |
| 4.1 Расчетная модель и воздействия. | 7 |
| 4.2 Периоды и формы свободных колебаний. | 111 |
| 4.3 Расчет грунтового основания. | 14 |
| 4.4 Расчет осадок. | 16 |
| 5. Армирование конструкций здания. | 23 |
| 5.1 Армирование фундаментной плиты. | 23 |
| 5.2 Армирование стен. | 25 |
| 5.3 Армирование плиты перекрытия. | 29 |
| 5.4 Армирование колонн. | 34 |

| | | | | | | | | | |
|------------|--------|------|---|---|-------|-------------------|------------------------|------|--------|
| | | | | | | 22/1 - 12 - КР.РР | | | |
| Изм. | Кол.уч | Лист | № | Подп. | Дата | | | | |
| Гл.констр. | Марьин | | |  | 09.21 | Расчёт | Статья | Лист | Листов |
| Разраб. | Богда- | | |  | 09.21 | | П | 2 | 34 |
| Н. контр. | | | | | | | ООО «Юг Проект Кубань» | | |

1. Исходные данные.

Административно площадка проектируемого строительства находится в Краснодарском крае, г. Краснодар, территория 42 га, примыкающая с Севера к автомагистрали «Западный обход», с Запада – к жилой застройке «Красная площадь», расположена в Северо-Западной части города Краснодар.

В геоморфологическом отношении участок изысканий приурочен к третьей надпойменной террасе р. Кубань

Площадка строительства расположена в III Б строительно-климатическом подрайоне по СП 131.13330.2012.

Строительные параметры:

- Ветровой район IV по СП 20.13330.2011 - $w_0 = 0,48$ кПа;
- Снеговой район II по СП 20.13330.2016 - $s_g = 1,5$ кПа;
- Глубина промерзания грунта 0,24 м;
- Уровень ответственности здания - II (нормальный) по ФЗ №384;
- Сейсмичность площадки строительства на основе результатов сейсмического микрорайонирования - 7 баллов;
- Степень огнестойкости - II.

| | | | | | | | |
|------|--------|------|------|-------|------|-------------------|------|
| | | | | | | 22/1 - 12 - КР.РР | Лист |
| | | | | | | | 3 |
| Изм. | Кол.уч | Лист | №док | Подп. | Дата | | |

Распространен с глубин 5,3–19,1 до 6,5–20,6 м. Максимальная вскрытая мощность 6,2 м.

ИГЭ-6 (слой 9) – Песок мелкий плотный водонасыщенный

Распространен с глубин 5,4–24,1 до 7,2–25,0 м. Максимальная вскрытая мощность 10,5 м.

ИГЭ-7 (слой 10) – Суглинок лёгкий полутвёрдый. С прослоями суглинка тугопластичного и редкими прослоями супеси пластичной.

Распространен с глубин 6,3–24,3 до 6,9–25,6 м. Максимальная вскрытая мощность 8,5 м.

ИГЭ-9 (слой 11) – Глина песчанистая, тугопластичная, серая.

Распространен с глубин 15,3–29,4 до 17,5–30,0 м. Максимальная вскрытая мощность 6,0 м.

ИГЭ-10 (слой 12) – Песок пылеватый плотный, водонасыщенный светло-коричневый

Распространен с глубины 20,0 до 30,0 м. Максимальная вскрытая мощность 8,2 м.

Подземные воды на момент изысканий (ноябрь 2019 – январь 2020 г) вскрыты на глубинах от 3,3 до 10,0 м, что соответствует абсолютным отметкам 27,3 и 20,6 м. Установившийся уровень грунтовых вод зафиксирован на глубинах от 2,1 до 7,0 м. соответствующим абсолютным отметкам 28,3 и 23,6 м. Прогнозируемый уровень грунтовых вод, с учетом сезонных колебаний, следует ожидать не более чем на 0,50 м.

Питание водоносного горизонта осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков.

Согласно данным химического анализа подземные воды неагрессивные по SO_4^{2-} по отношению к железобетонным конструкциям на портландцементе (ГОСТ 10178-76), по Cl – неагрессивная к арматуре железобетонных конструкций при периодическом смачивании и при постоянном погружении.

| | | | | | | | |
|------|--------|------|------|-------|------|-------------------|------|
| | | | | | | 22/1 - 12 - КР.РР | Лист |
| | | | | | | | 5 |
| Изм. | Кол.уч | Лист | №док | Подп. | Дата | | |

2. Сейсмичность площадки строительства.

Фоновая сейсмичность района по картам ОСР-2015 (карта А) –7 баллов. Расчетная сейсмичность для площадки проектируемого строительства, для степени сейсмической опасности карты ОСР-2015 А (10 %) в течении 50 лет оценивается в 7.4 балла по шкале MSK-64, что в целочисленных значениях, с арифметическим округлением составляет 7 баллов. Таким образом сейсмичность площадки принять 7 баллов для карты ОСР-2015-А.

3. Конструктивное решение.

Литер 12 представляет собой односекционный жилой дом с несущими конструкциями из монолитного железобетона. Имеет подвальный этаж, 24 наземных этажа и чердак.

Конструктивно здание выполнено в перекрестно – стеновой схеме с элементами каркаса в которой не менее 80% поэтажной жесткости приходится на стены, остальное на колонны.

Плита перекрытия над подвалом толщиной 200 мм, остальные плиты перекрытий толщиной 180 мм.

Толщина монолитных наружных стен подвала 200 мм, толщины внутренних стен приведены в таблице:

Толщины монолитных стен

| | Длинные стены | Стены лифта | Стены лестницы и коридора | Короткие стены |
|------------------|---------------|-------------|---------------------------|----------------|
| Этаж -подвал...1 | 200 мм | 180 мм | 200 мм | 250 мм |
| Этаж 2...4 | 200 мм | 180 мм | 200 мм | 250 мм |
| Этаж 5 и выше | 180 мм | 180 мм | 200 мм | 200 мм |

Колонны монолитные железобетонные сечением 700х300 и 900х300мм.

Вертикальные железобетонные конструкции подвала, 1, 2 этажа выполнены из бетона В30, 3-24 этажа – В25 на портландцементе по ГОСТ 10178, ГОСТ 31108.

| | | | | | | | |
|------|--------|------|------|-------|------|-------------------|------|
| | | | | | | 22/1 - 12 - КР.РР | Лист |
| | | | | | | | 6 |
| Изм. | Кол.уч | Лист | №док | Подп. | Дата | | |

4. Расчет здания на основные и особые сочетания нагрузок с учетом сейсмических воздействий.

Пространственная модель здания сформирована в ПК Лири-САПР 2020(R3.2)х64, ID ключа 932988965.

4.1. Расчетная модель и воздействия.

Назначаем 16 загружений:

1. Собственный вес конструкций (расчетная нагрузка, вычисляется в автоматическом режиме);
2. Постоянные нагрузки (расчетные) Стены и перегородки: вес стен из керамзитобетонных блоков 300 мм с штукатуркой, легких перегородок.
3. Постоянные нагрузки (расчетные) Полы: вес «пирога» пола и конструкций кровли.
4. Полезная нагрузка на перекрытия: зоны лестницы и промежуточные площадки 3,6 кПа; на участках балконов шириной 0,8 м - 4,8 кПа;
5. Полезная нагрузка на перекрытия: жилье 2,0 кПа;
неэксплуатируемая кровля – 1,3 кПа;
6. Снег на покрытии: Снеговая нагрузка 1,2 кПа, в местах возможного скопления снега 1,5 кПа;
7. Постоянные нагрузки (расчетные) - вес грунта на обрезах фундамента.
8. Полезная нагрузка на стены подвала: на стены подвала от 0 до 22 кПа.
9. Статическая расчетная ветровая нагрузка ($C_X=1$, $C_X=-1$).
10. Статическая расчетная ветровая нагрузка ($C_Y=1$, $C_Y=-1$);
11. Пульсационная ветровая нагрузка ($C_X=1$, $C_X=-1$);
12. Пульсационная ветровая нагрузка ($C_Y=1$, $C_Y=-1$);
13. Поступательное сейсмическое воздействие по X ($\alpha = 0^0$):
 $k_1 = 0,25$ - коэффициент, учитывающий допускаемые повреждения зданий и сооружений, табл. 4 СП 14.3330.2014;

| | | | | | | | |
|------|--------|------|------|-------|------|-------------------|------|
| | | | | | | 22/1 - 12 - КР.РР | Лист |
| | | | | | | | 7 |
| Изм. | Кол.уч | Лист | №док | Подп. | Дата | | |

$k_{\psi} = 1,0$ - Коэффициент, учитывающий способность зданий и сооружений к рас-
сеиванию энергии, табл. 5 СП 14.13330.2014;

– сейсмичность площадки строительства по результатам СМР - 7 баллов;

14. Поступательное сейсмическое воздействие по Y ($\alpha = 90^{\circ}$);

15. Поступательное сейсмическое воздействие по 45° .

16. Поступательное сейсмическое воздействие по 135° .

Пространственная модель (рисунок 1) здания собрана из следующих элементов:

- универсальный пространственный стержень (тип 10);
- прямоугольный элемент оболочки с 20 степенями свободы (тип 41);
- треугольный элемент оболочки с 15 степенями свободы (тип 42);
- четырехугольный элемент оболочки с 20 степенями свободы (тип 44).

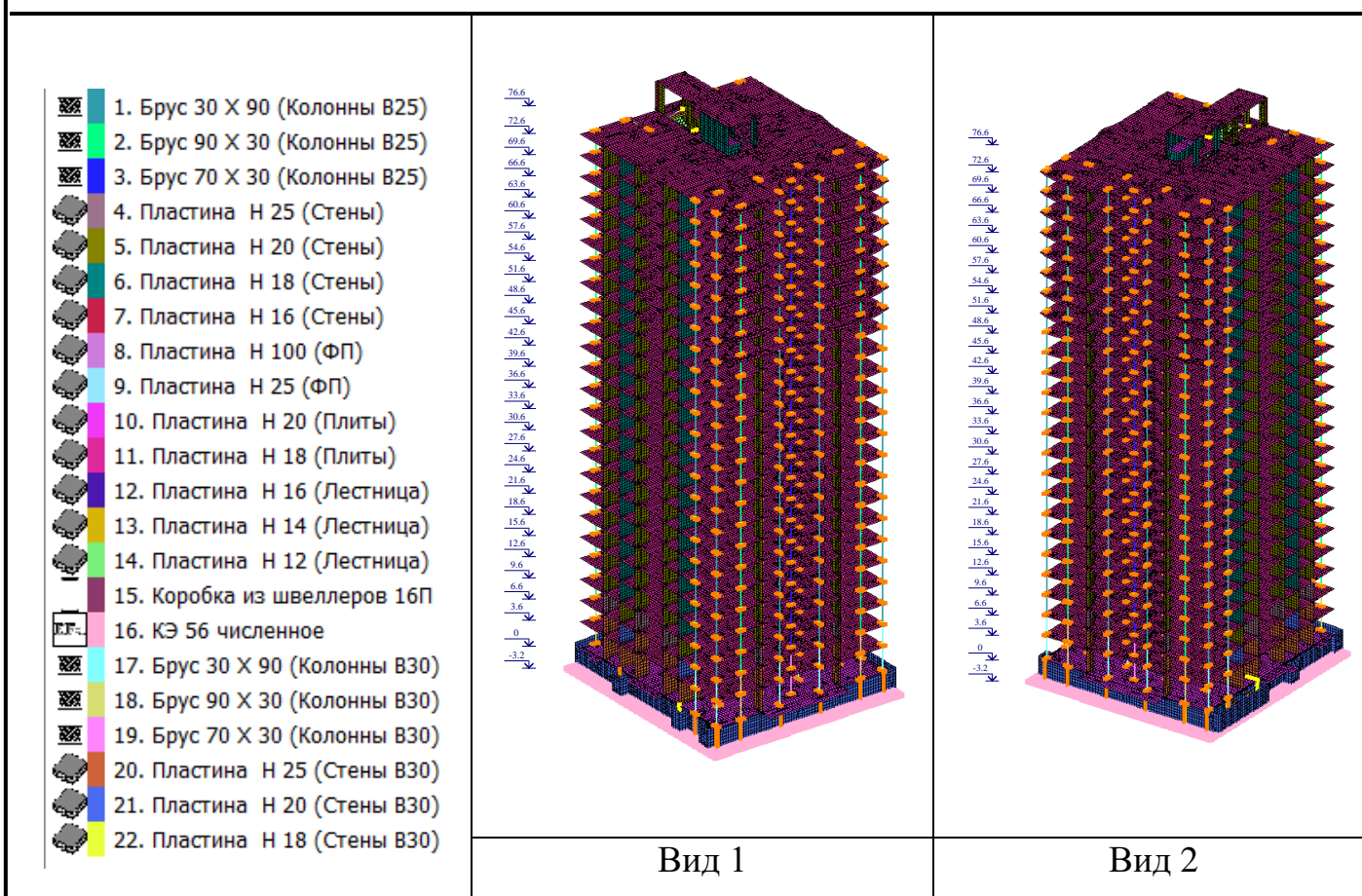


Рисунок 1. Расчетная модель здания

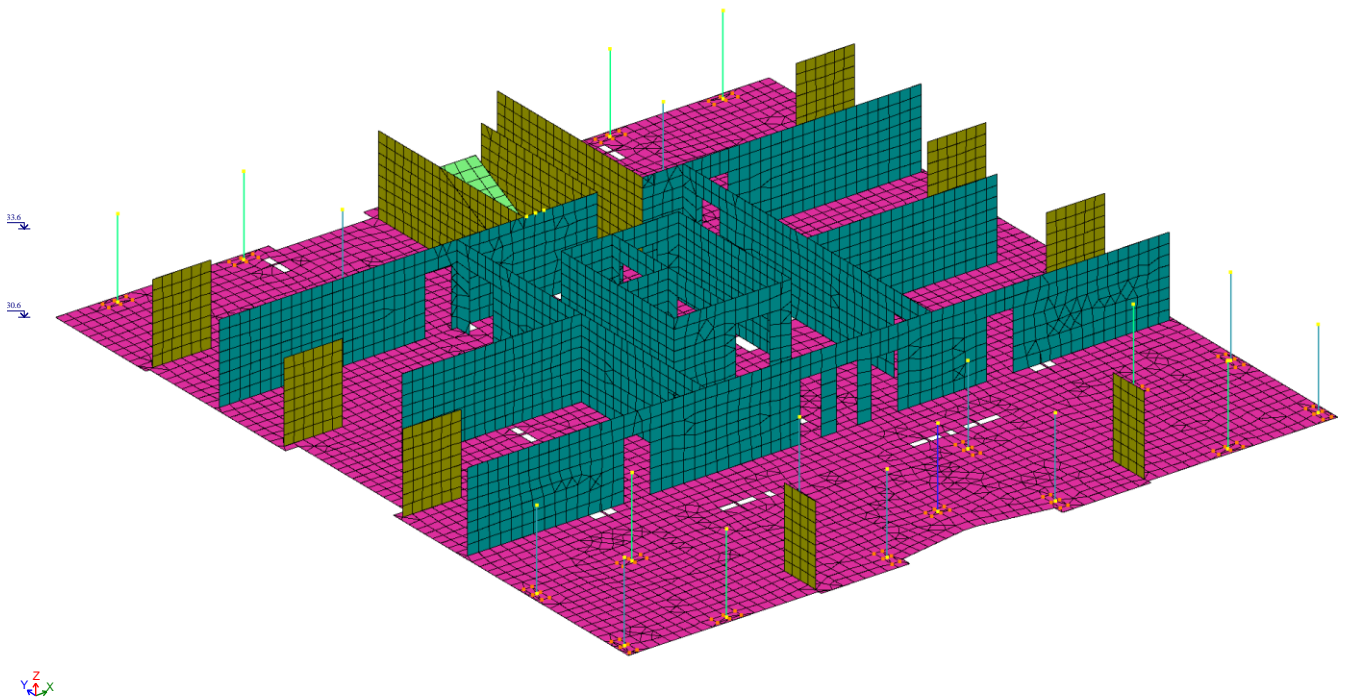


Рисунок 4. Железобетонные конструкции типового этажа

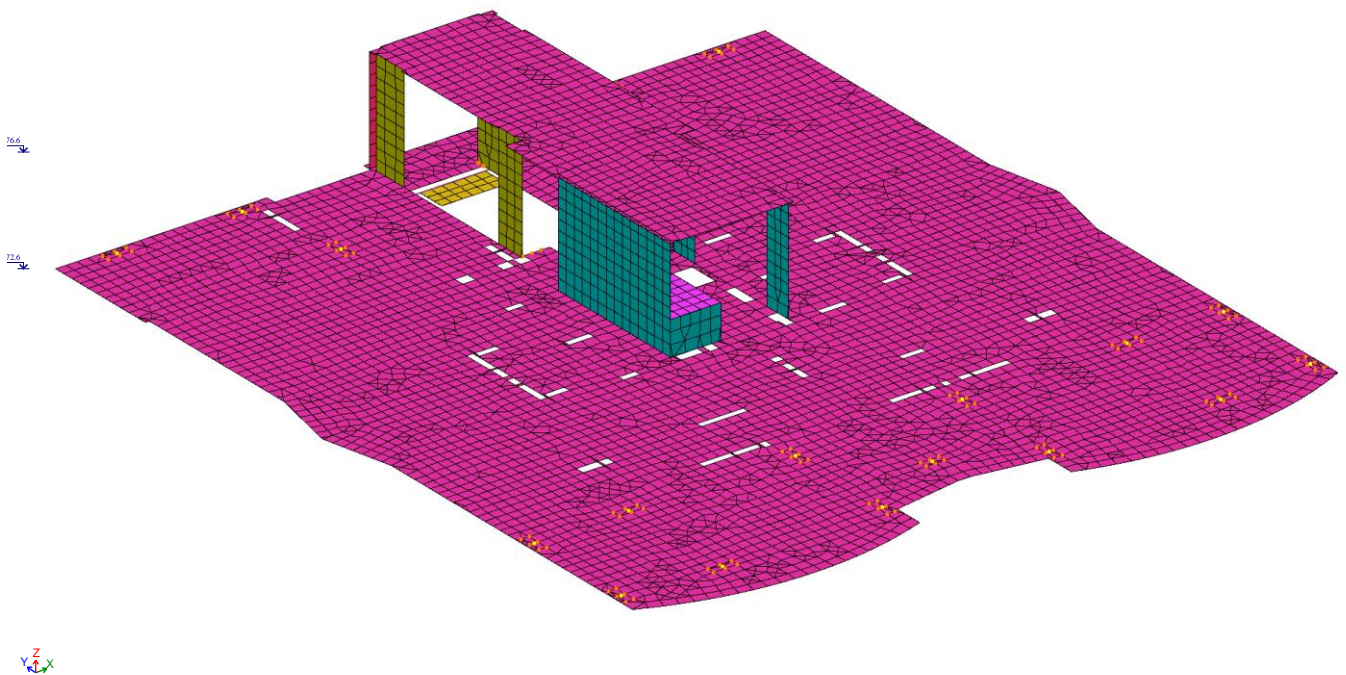


Рисунок 5. Железобетонные конструкции на кровле

| | | | | | | | |
|------|--------|------|------|-------|------|-------------------|------|
| | | | | | | 22/1 - 12 - КР.РР | Лист |
| Изм. | Кол.уч | Лист | №док | Подп. | Дата | | 10 |

4.2. Периоды и формы свободных колебаний.

Массы подсчитывались с учетом коэффициентов сочетаний n_c , приведенных в СП 14.13330.2014 и СП 20.13330.2011. Программа реализует метод модальной суперпозиции, разложение осуществлялось с учетом первых 25 форм. Периоды колебаний приведены в таблице 1.

Таблица 1. Периоды колебаний

| N п/п | Гц. | Периоды | Сумма масс |
|-------|----------|----------|------------|
| 1 | 0.599199 | 1.668896 | 56.281823 |
| 2 | 0.613023 | 1.631259 | 63.071848 |
| 3 | 0.659883 | 1.51542 | 64.208147 |
| 4 | 2.000212 | 0.499947 | 64.254937 |
| 5 | 2.520117 | 0.396807 | 79.381104 |
| 6 | 2.743008 | 0.364563 | 79.888338 |
| 7 | 3.641451 | 0.274616 | 79.902303 |
| 8 | 3.712851 | 0.269335 | 79.917623 |
| 9 | 4.196319 | 0.238304 | 79.917638 |
| 10 | 4.631361 | 0.215919 | 80.367373 |
| 11 | 4.870059 | 0.205336 | 80.367826 |
| 12 | 4.978513 | 0.200863 | 80.428855 |
| 13 | 5.198334 | 0.192369 | 85.417531 |
| 14 | 5.363241 | 0.186454 | 85.428118 |
| 15 | 5.541839 | 0.180446 | 85.461976 |
| 16 | 5.68975 | 0.175755 | 85.587299 |
| 17 | 5.923713 | 0.168813 | 85.58731 |
| 18 | 7.043693 | 0.141971 | 85.607968 |
| 19 | 7.30694 | 0.136856 | 85.794237 |
| 20 | 7.332747 | 0.136375 | 86.013948 |
| 21 | 7.45483 | 0.134141 | 86.047388 |
| 22 | 7.73098 | 0.12935 | 86.417727 |
| 23 | 7.786545 | 0.128427 | 89.595247 |
| 24 | 8.172275 | 0.122365 | 89.652607 |
| 25 | 8.317511 | 0.120228 | 89.689369 |
| 26 | 8.378356 | 0.119355 | 89.706675 |
| 27 | 8.581205 | 0.116534 | 89.712269 |

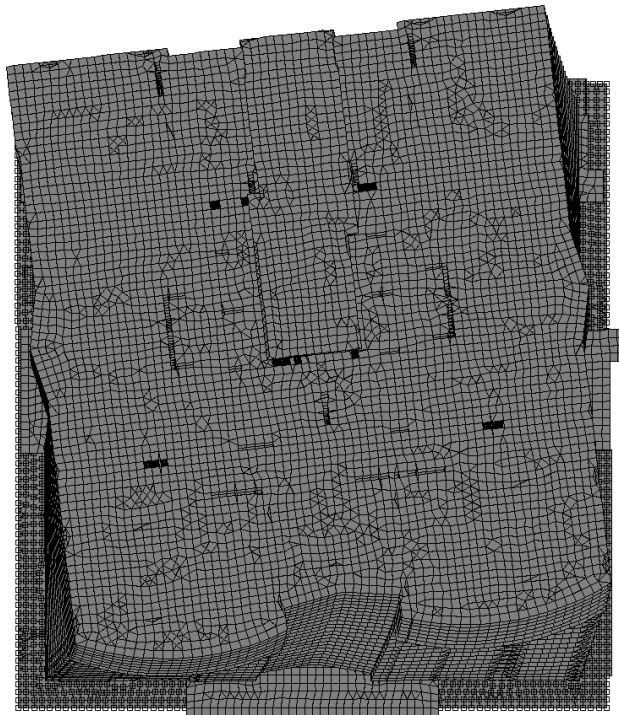
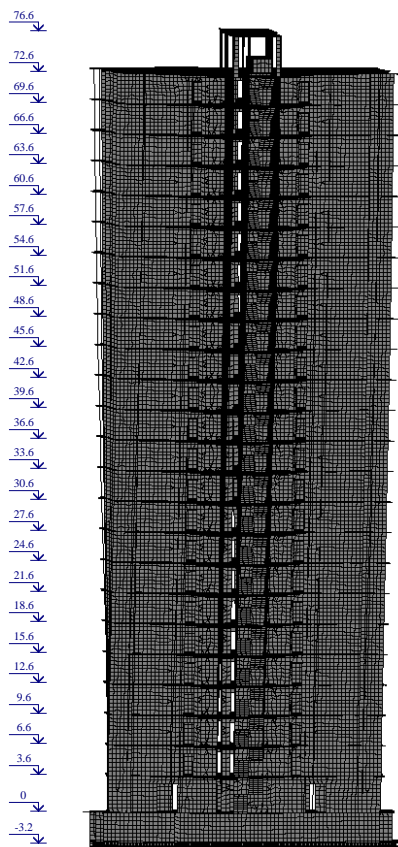


Рисунок 6. Первая форма собственных колебаний

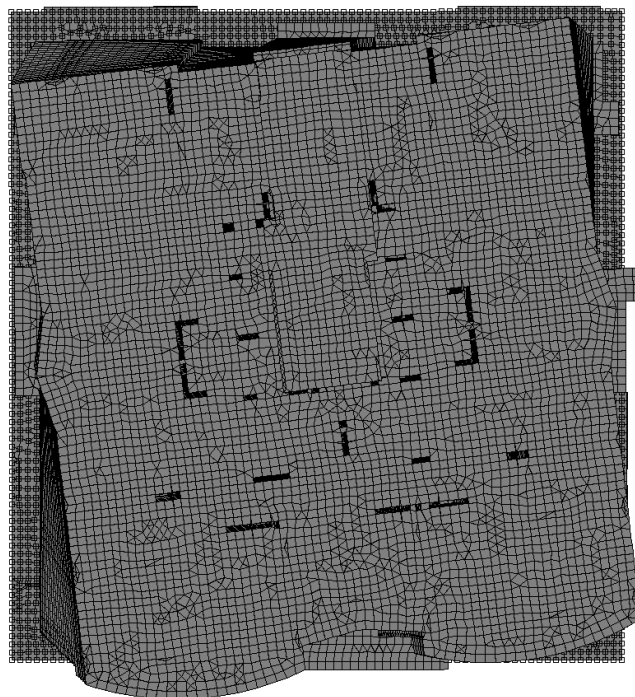
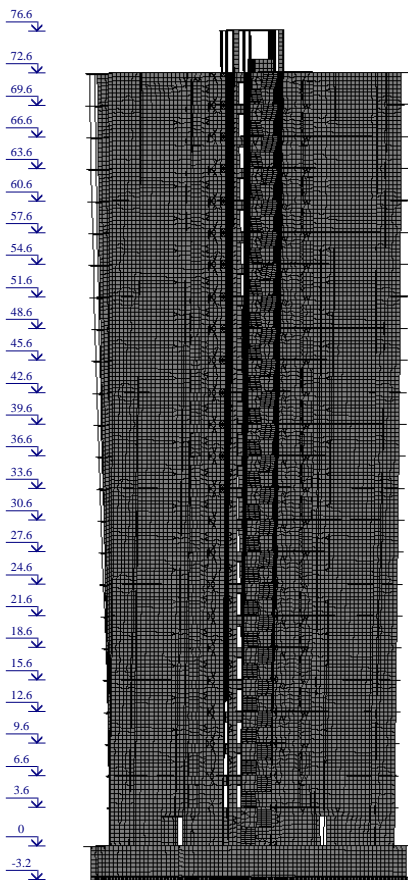


Рисунок 7. Вторая форма собственных колебаний

| | | | | | |
|------|--------|------|------|-------|------|
| | | | | | |
| Изм. | Кол.уч | Лист | №док | Подп. | Дата |

76.6
72.6
69.6
66.6
63.6
60.6
57.6
54.6
51.6
48.6
45.6
42.6
39.6
36.6
33.6
30.6
27.6
24.6
21.6
18.6
15.6
12.6
9.6
6.6
3.6
0
-3.2

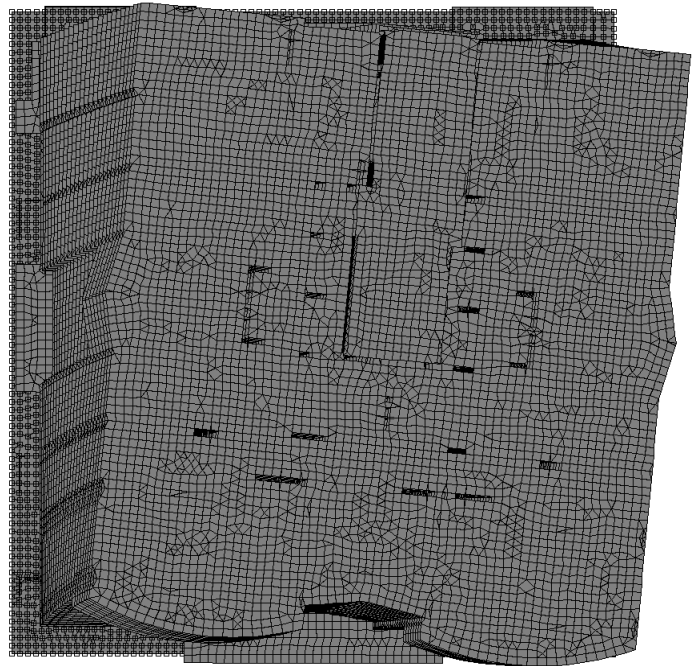
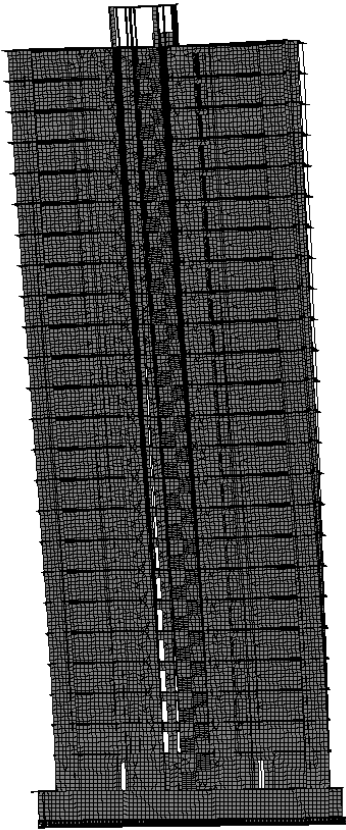


Рисунок 8. Третья форма собственных колебаний

| | | | | | |
|------|--------|------|------|-------|------|
| | | | | | |
| Изм. | Кол.уч | Лист | №док | Подп. | Дата |

22/1 - 12 - КР.РР

4.3 Расчет грунтового основания

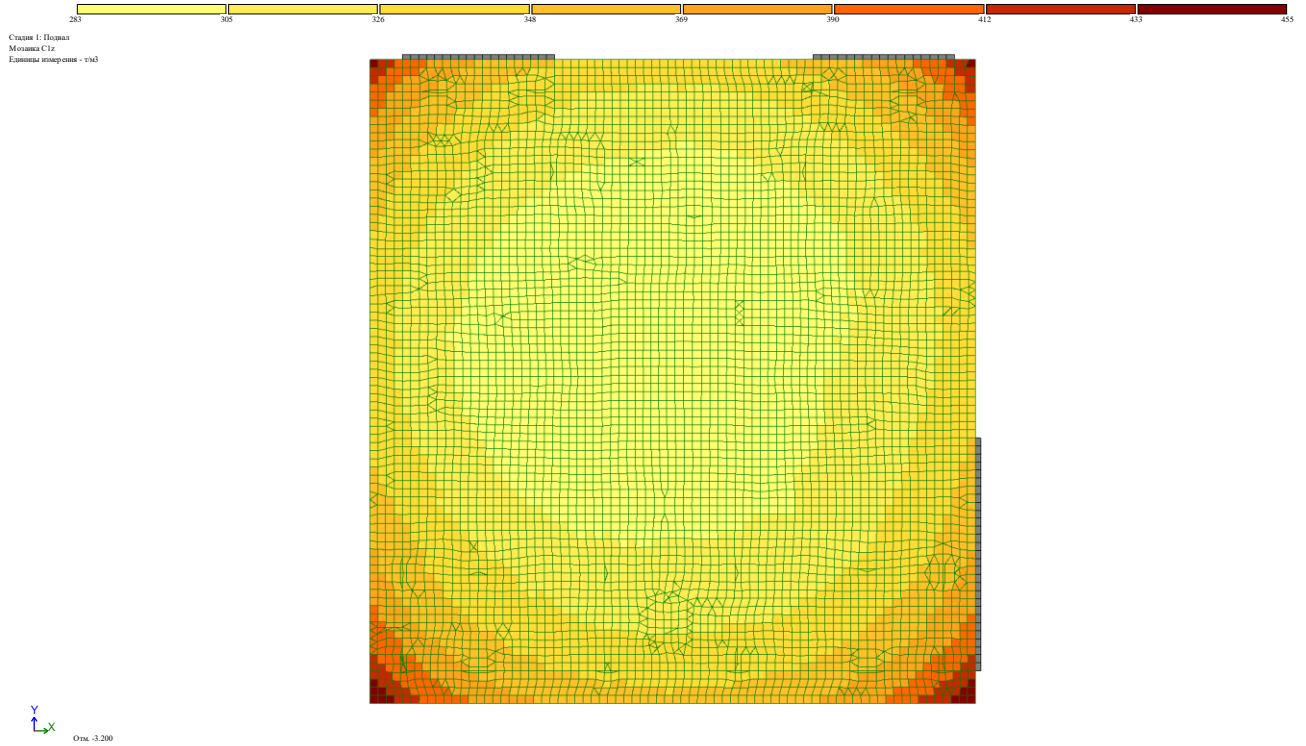


Рисунок 9. Коэффициент постели C1 для статического расчета

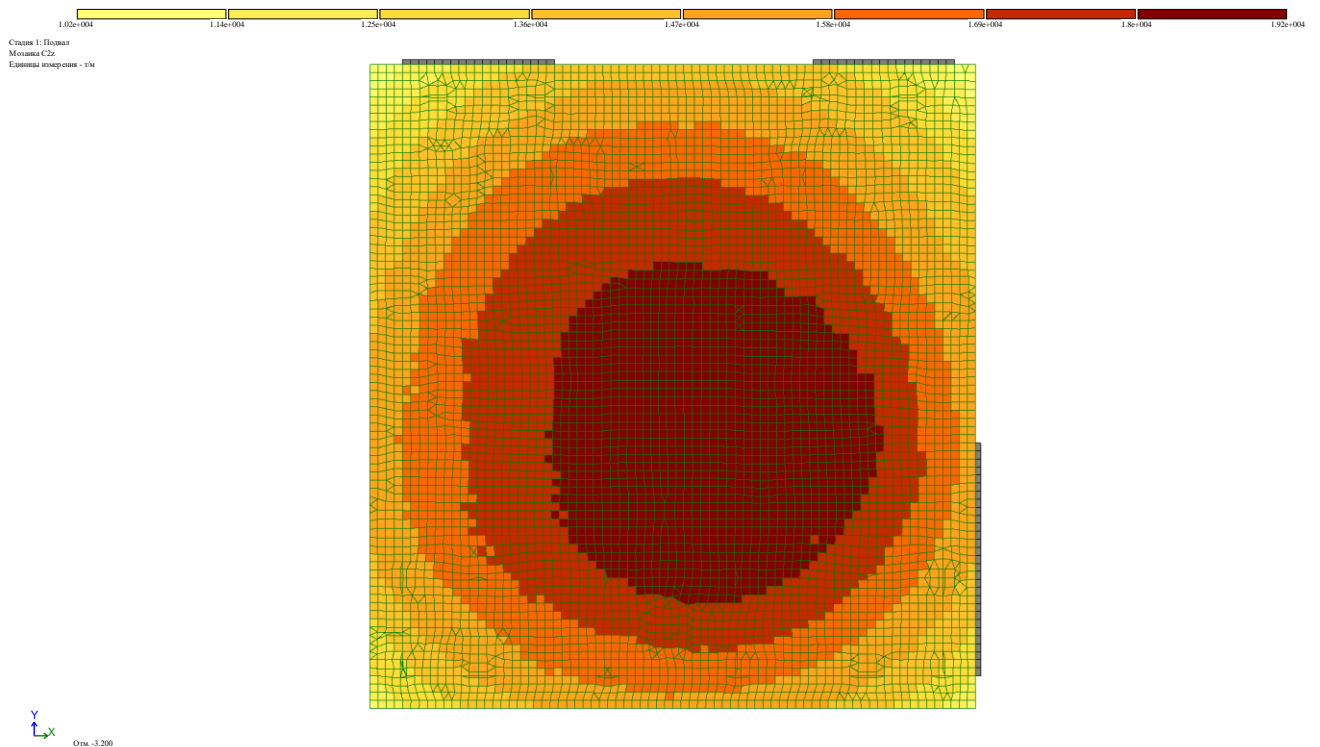


Рисунок 10. Коэффициент постели C2 для статического расчета

Для динамического расчета увеличиваем жесткости в 10 раз.

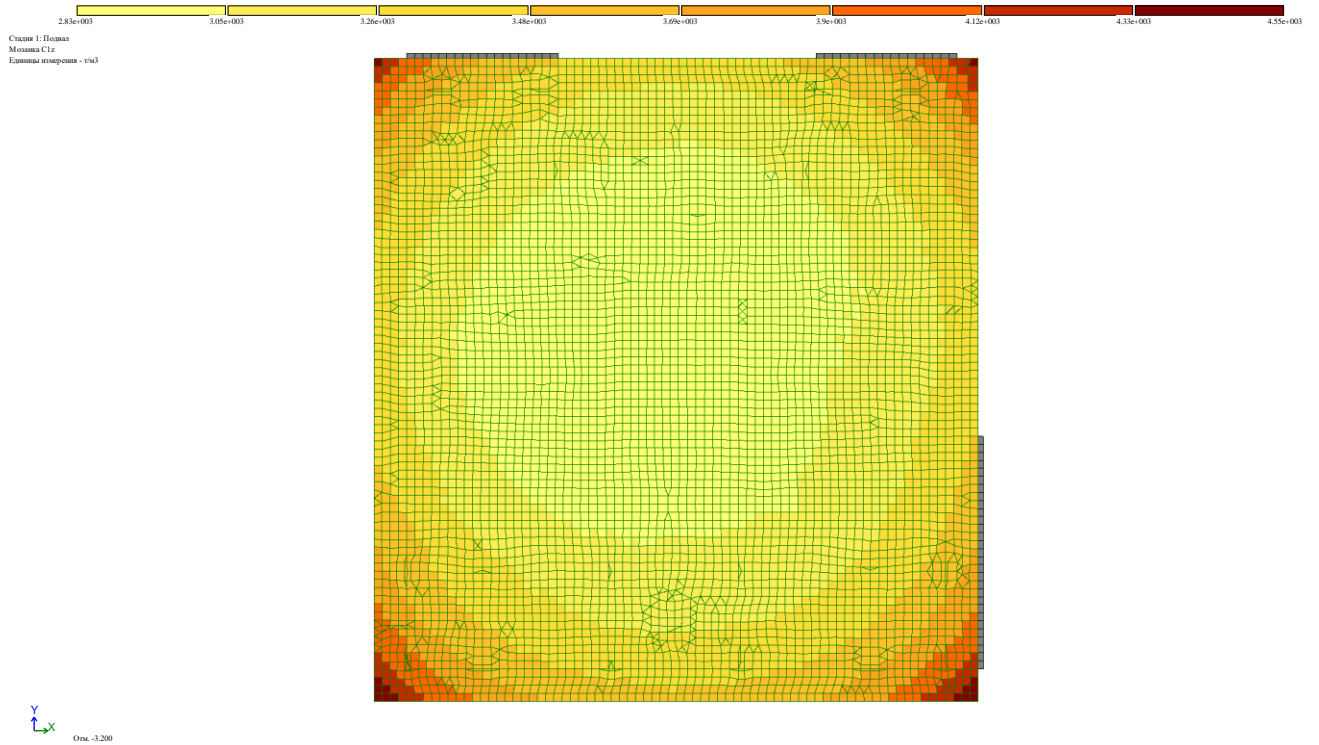


Рисунок 11. Коэффициент постели C1 для динамического расчета

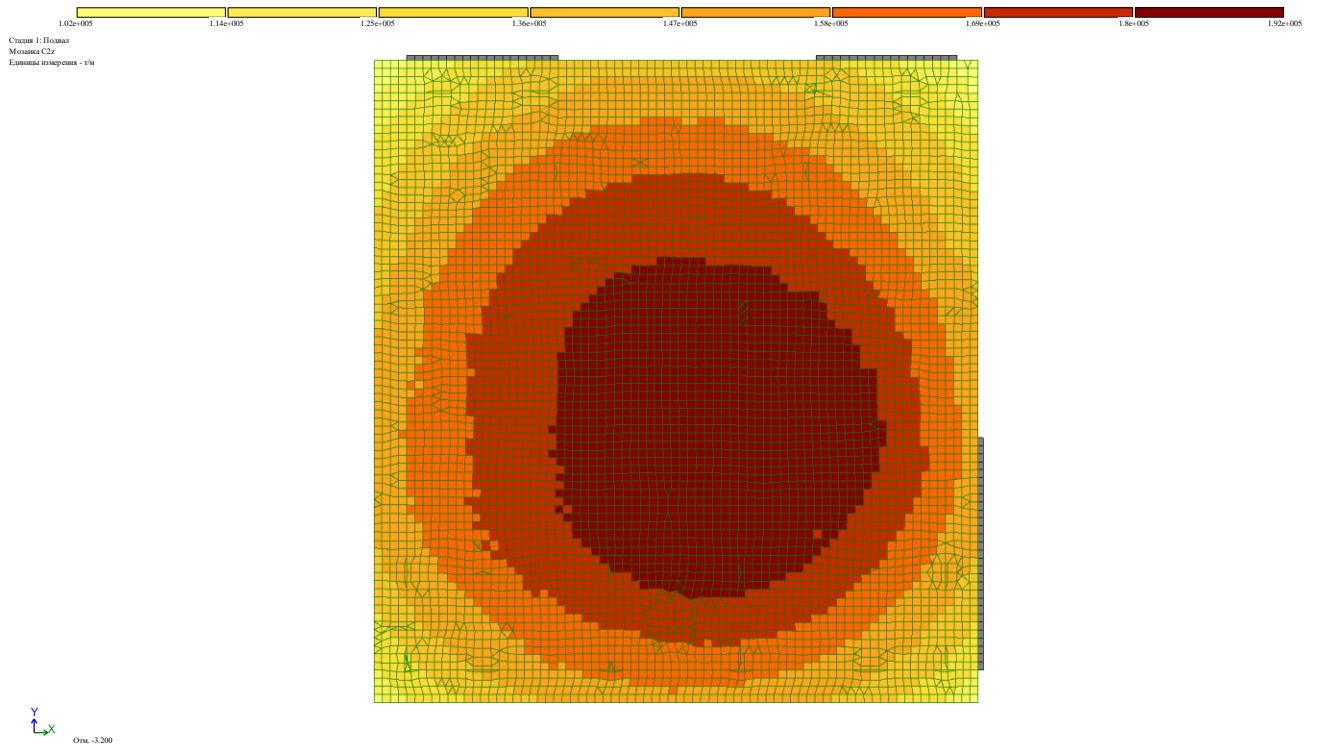
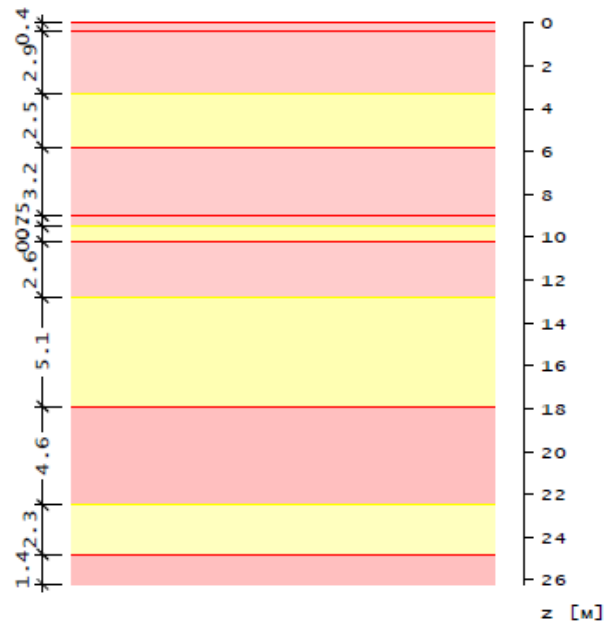


Рисунок 12. Коэффициент постели C2 для динамического расчета

$\gamma_{с2}$ - удельный вес с учетом взвешивания в воде

Схема геологического разреза



Нагрузка

$N = 296322$ кН

Расчет

согласно СП 22.13330.2016

Данные для определения расчетного сопротивления грунта основания R по формуле (5.7)

| $\gamma_{с1}$ | $\gamma_{с2}$ | k | M_γ | M_q | M_c | k_s |
|---------------|---------------|------|------------|-------|-------|-------|
| 1.25 | 1.00 | 1.00 | 0.902 | 4.610 | 7.113 | 0.47 |

| b [м] | d_1 [м] | d_f [м] | γ_{II} [кН/м ³] | γ'_{II} [кН/м ³] | ϕ_{II} [град] | c_{II} [кПа] |
|------------|--------------|--------------|---------------------------------------|--|-----------------------|-------------------|
| 29.70 | 3.50 | 0.00 | 10.5 | 20.0 | 26.9 | 18.1 |

Примечание

Учтено, что ϕ_{II} и c_{II} определены испытаниями

Примечание

Значения $\gamma_{с1}$, $\gamma_{с2}$, γ_{II} , ϕ_{II} и c_{II} приняты средними в пределах слоёв до глубины $z = 6.97$ м

Расчетное сопротивление $R = 727.8$ кПа

Проверка допустимости давления на грунт

Среднее давление на грунт $p = 316.2$ кПа

$$p / R = 316.2 / 727.8 = 0.435 \leq 1$$

Проверка сопротивления слоя грунта как подстилающего слоя

| Слой | z [м] | $\sigma_{ср}$ [кПа] | $\sigma_{с\gamma}$ [кПа] | $\sigma_{сq}$ [кПа] | b_z [м] | $\gamma_{с1}$ [-] | $\gamma_{с2}$ [-] | R_z [кПа] | σ_z / R_z [-] |
|------|------------|------------------------|-----------------------------|------------------------|--------------|----------------------|----------------------|----------------|-------------------------|
| 2 | 0.40 | 316.2 | 70.0 | 74.2 | 29.70 | 1.20 | 1.00 | 551.6 | 0.581 |
| 3 | 3.30 | 314.0 | 69.6 | 103.6 | 29.81 | 1.30 | 1.00 | 1522.6 | 0.229 |

| | | | | | | | | | |
|----|-------|-------|------|-------|-------|------|------|--------|-------|
| 4 | 5.80 | 305.3 | 68.0 | 131.1 | 30.24 | 1.25 | 1.00 | 951.6 | 0.387 |
| 5 | 9.00 | 283.4 | 63.7 | 164.7 | 31.42 | 1.10 | 1.00 | 833.3 | 0.461 |
| 6 | 9.50 | 279.1 | 62.9 | 169.9 | 31.67 | 1.30 | 1.00 | 2243.1 | 0.172 |
| 7 | 10.20 | 272.7 | 61.6 | 177.6 | 32.05 | 1.25 | 1.00 | 1167.3 | 0.333 |
| 8 | 12.80 | 247.1 | 56.5 | 205.0 | 33.71 | 1.30 | 1.00 | 2628.8 | 0.150 |
| 9 | 17.90 | 196.0 | 45.7 | 261.0 | 37.96 | 1.20 | 1.00 | 1604.0 | 0.256 |
| 10 | 22.50 | 156.5 | 37.1 | 304.9 | 42.60 | 1.10 | 1.00 | 3224.0 | 0.132 |
| 11 | 24.80 | 139.9 | 33.3 | 331.0 | 45.11 | 1.20 | 1.00 | 1940.6 | 0.225 |

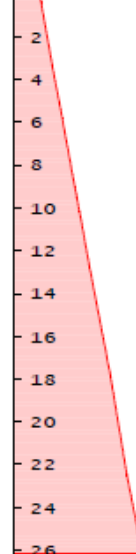
$$\sigma_z = \sigma_{zp} - \sigma_{zy} + \sigma_{zg}$$

Расчет осадки основания

Напряжения в грунте

 σ_{zg}

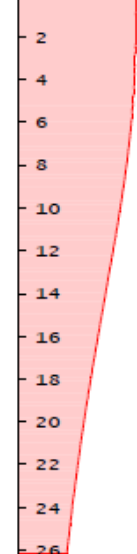
0 172 344 [кПа]



z [м]

 σ_{zp}

0 172 344 [кПа]



z [м]

 Глубина сжимаемой толщи $H_c = 22.80$ м

 Напряжение при $z = H_c$ $\sigma_{zp} = 154.2$ кПа

 $\sigma_{zp} / \sigma_{zg} = 0.500$ -

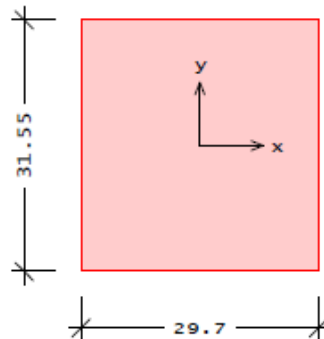
 Осадка основания $s = 16.61$ см

 $s / s_u = 16.61 / 18.00 = 0.923 \leq 1$

| | | | | | |
|------|--------|------|-------|-------|------|
| | | | | | |
| Изм. | Кол.уч | Лист | Ледок | Подп. | Дата |

Pos. Осадка_скв_105 Расчет оснований
Фундамент

Размеры фундамента

 $l_x = 29.70$ м
 $l_y = 31.55$ м


Размеры котлована

 $L_x = 31.70$ м
 $L_y = 33.55$ м

 Глубина заложения фундамента
 от уровня планировки
 от поверхности рельефа

 $d = 3.50$ м
 $d_n = 3.50$ м

Конструктивная схема сооружения является гибкой

Грунт

 Удельный вес грунта выше уровня подошвы фундамента
 нормативное значение $\gamma_0 = 20.0$ кН/м³

| Слой | Название | h [м] | Вид грунта | γ_s [кН/м ³] | γ [кН/м ³] | W [%] | I _L [-] |
|------|----------|----------|-----------------|------------------------------------|----------------------------------|----------|-----------------------|
| 1 | ИГЭ 3 | 1.30 | Суглинок | 27.2 | 19.6 | 21.7 | 0.06 |
| 2 | ИГЭ 4 | 2.40 | Суглинок | 27.2 | 19.8 | 23.4 | 0.31 |
| 3 | ИГЭ 6 | 2.60 | Песок мелкий | 26.6 | 18.8 | 6.7 | |
| 4 | ИГЭ 7 | 2.60 | Суглинок | 27.0 | 20.2 | 21.0 | 0.25 |
| 5 | ИГЭ 5 | 0.50 | Суглинок | 27.0 | 20.3 | 22.1 | 0.76 |
| 6 | ИГЭ 6 | 0.90 | Песок мелкий | 26.6 | 18.8 | 6.7 | |
| 7 | ИГЭ 7 | 4.00 | Суглинок | 27.0 | 20.2 | 21.0 | 0.25 |
| 8 | ИГЭ 6 | 4.10 | Песок мелкий | 26.6 | 18.8 | 6.7 | |
| 9 | ИГЭ 9 | 4.70 | Глина | 27.4 | 19.4 | 29.1 | 0.38 |
| 10 | ИГЭ 10 | 1.60 | Песок пылеватый | 26.6 | 18.7 | 3.1 | |
| 11 | ИГЭ 9 | 1.60 | Глина | 27.4 | 19.4 | 29.1 | 0.38 |

Взвешивание в воде учитывается в слоях 1 - 11

 Характеристики
 грунта

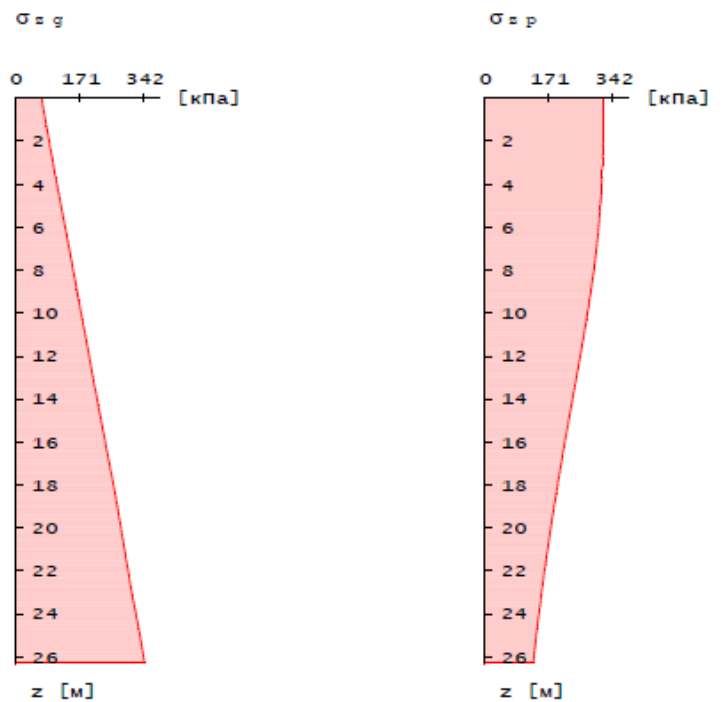
| Слой | σ_{11} [кПа] | ϕ_{11} [град] | E [МПа] | E_s [МПа] | ν [-] | $\gamma_{св}$ [кН/м ³] |
|------|------------------------|-----------------------|------------|----------------|--------------|---------------------------------------|
| 1 | 28.0 | 23.0 | 20.0 | 100.0 | 0.36 | 10.2 |
| 2 | 24.0 | 21.0 | 15.0 | 75.0 | 0.36 | 10.1 |
| 3 | 4.0 | 36.0 | 37.0 | 185.0 | 0.33 | 11.0 |
| 4 | 29.0 | 23.0 | 21.0 | 105.0 | 0.36 | 10.5 |
| 5 | 24.0 | 21.0 | 15.0 | 75.0 | 0.36 | 10.5 |
| 6 | 4.0 | 36.0 | 37.0 | 185.0 | 0.33 | 11.0 |
| 7 | 29.0 | 23.0 | 21.0 | 105.0 | 0.36 | 10.5 |
| 8 | 4.0 | 36.0 | 37.0 | 185.0 | 0.33 | 11.0 |
| 9 | 34.0 | 24.0 | 19.0 | 95.0 | 0.39 | 9.5 |
| 10 | 8.0 | 36.0 | 39.0 | 195.0 | 0.33 | 11.3 |
| 11 | 34.0 | 24.0 | 19.0 | 95.0 | 0.39 | 9.5 |

| | | | | | | | | | |
|----|-------|-------|------|-------|-------|------|------|--------|-------|
| 4 | 6.30 | 302.7 | 67.5 | 136.2 | 30.38 | 1.25 | 1.00 | 975.1 | 0.381 |
| 5 | 8.90 | 284.3 | 63.9 | 163.5 | 31.38 | 1.10 | 1.00 | 828.9 | 0.463 |
| 6 | 9.40 | 280.0 | 63.1 | 168.7 | 31.62 | 1.30 | 1.00 | 2229.9 | 0.173 |
| 7 | 10.30 | 271.8 | 61.4 | 178.6 | 32.11 | 1.25 | 1.00 | 1171.9 | 0.332 |
| 8 | 14.30 | 231.8 | 53.3 | 220.7 | 34.84 | 1.30 | 1.00 | 2802.9 | 0.142 |
| 9 | 18.40 | 191.4 | 44.7 | 265.7 | 38.44 | 1.20 | 1.00 | 1626.6 | 0.254 |
| 10 | 23.10 | 152.0 | 36.1 | 310.6 | 43.24 | 1.10 | 1.00 | 3278.3 | 0.130 |
| 11 | 24.70 | 140.5 | 33.5 | 328.7 | 45.00 | 1.20 | 1.00 | 1929.9 | 0.226 |

$$\sigma_z = \sigma_{zp} - \sigma_{zy} + \sigma_{zg}$$

Расчет осадки основания

Напряжения в грунте



| | | | | |
|--------------------------|-----------------------------|---|---------------|--------------|
| Глубина сжимаемой толщи | H_c | = | 22.83 | м |
| Напряжение при $z = H_c$ | σ_{zp} | = | 154.0 | кПа |
| | $\sigma_{zp} / \sigma_{zg}$ | = | 0.500 | - |
| Осадка основания | s | = | 16.81 | см |
| | s / s_u | = | 16.81 / 18.00 | = 0.934 <= 1 |

1. По результатам расчета в ПК «Лира-САПР 2020 R3.2» максимальное значение $R_{max}=43,4 \text{ т/м}^2$. Сопоставляем значение расчетного сопротивления грунта основания и максимального напряжения под подошвой плитного фундамента:

$$P_{max} \leq 1,2R$$

Проверяем условие прочности

$$R_{max} = 43,4 \leq 1,2R = 1,2 * 75,9 \text{ т/м}^2 \text{ (скв.105)} - \text{условие выполняется}$$

$$P_{ср} = 32,2 \leq R = 75,9 \text{ т/м}^2 - \text{условие выполняется}$$

2. Согласно СП 22.13330.2011 Таблицы Г.1 максимальная осадка рассчитываемого конструктивного типа здания составляет

$$s_u^{max} = 18 \text{ см} \geq s = 16,81 \text{ см} - \text{Условие выполняется.}$$

На рисунках 13 и 14 приведены мозаики давления на основание R_z и картины осадок u_z от основного сочетания нормативных нагрузок.

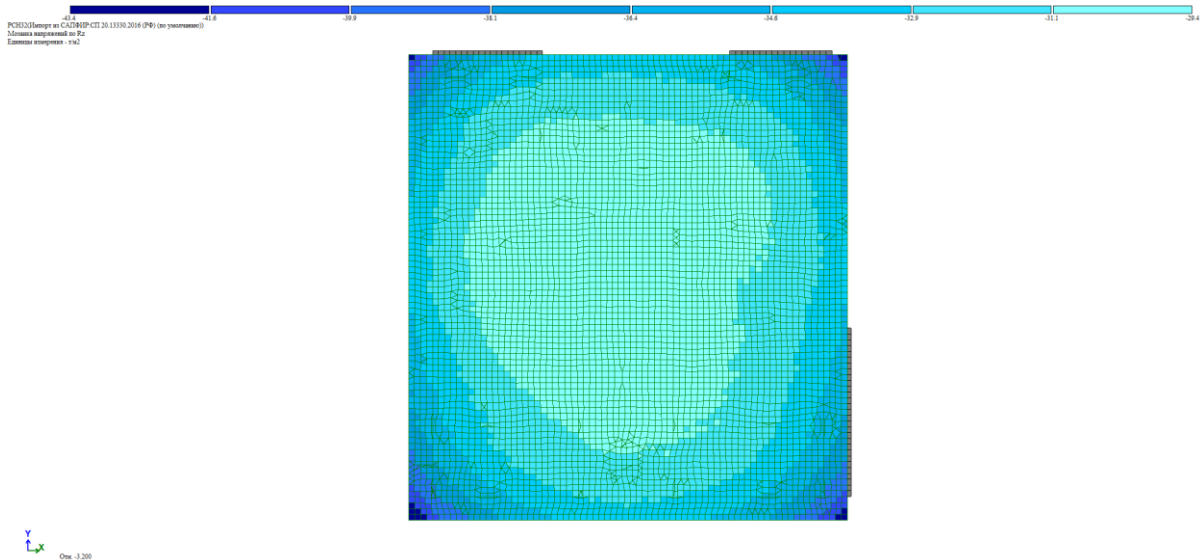


Рисунок 13. Картина давления от расчетных нагрузок

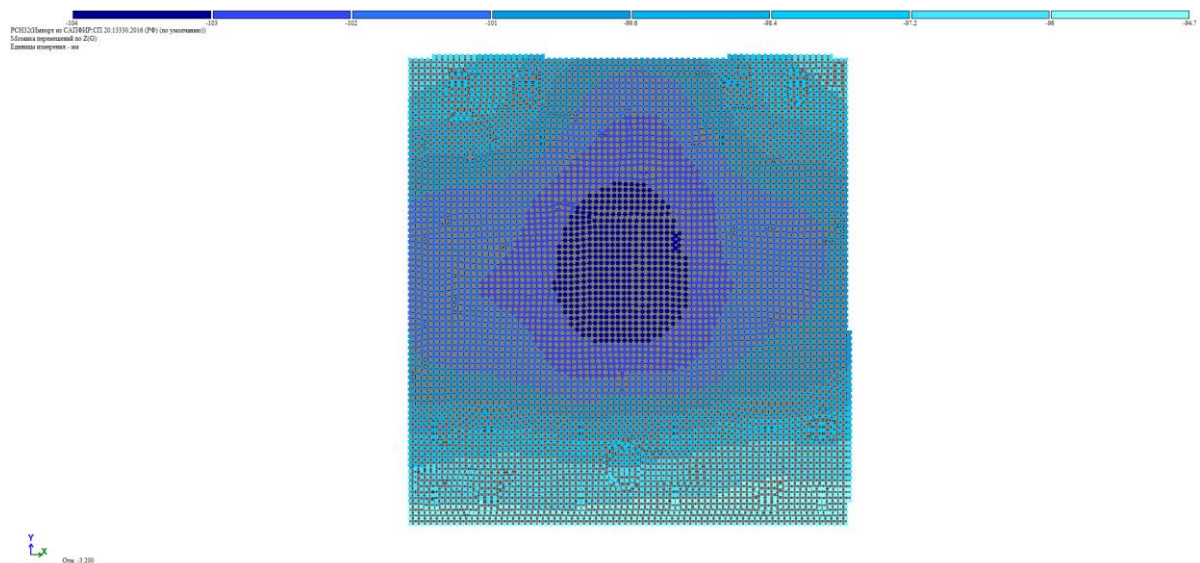


Рисунок 14. Картина осадок Z от нормативных нагрузок

| | | | | | | | |
|------|--------|------|------|-------|------|-------------------|------|
| | | | | | | 22/1 - 12 - КР.РР | Лист |
| Изм. | Кол.уч | Лист | №док | Подп. | Дата | | 22 |

5. Армирование конструкций здания.

5.1. Армирование фундаментной плиты.

Потребность арматуры находим по расчетным сочетаниям усилий (PCY), результаты даны на рисунках 15 ÷ 18. Выделена арматура X и Y - направлений в верхней и нижней зоне плиты.

Класс бетона фундаментной плиты - B25, F150 толщина - 1 м. Рабочая арматура класса A500С. Величина привязки арматуры к нижней грани:

- по буквенным осям – 60 мм;
- по цифровым - 80 мм;

Величина привязки арматуры к верхней грани:

- по буквенным осям - 60 мм;
- по цифровым – 40 мм.

Армирование верхней зоны принимаем из Ø16, нижней зоны – Ø20. Категория трещиностойкости - 2: $a_{cr1} = 0,3 \text{ мм}$ и $a_{cr2} = 0,2 \text{ мм}$.

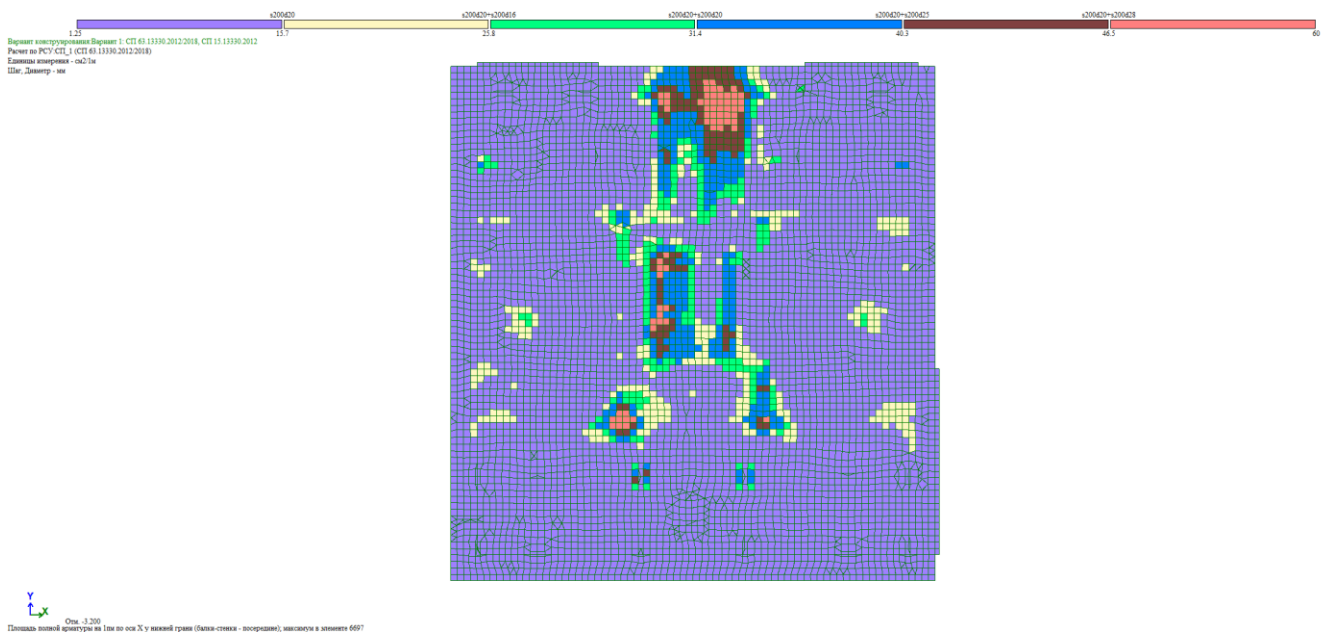


Рисунок 15. Армирование нижней грани в направлении X

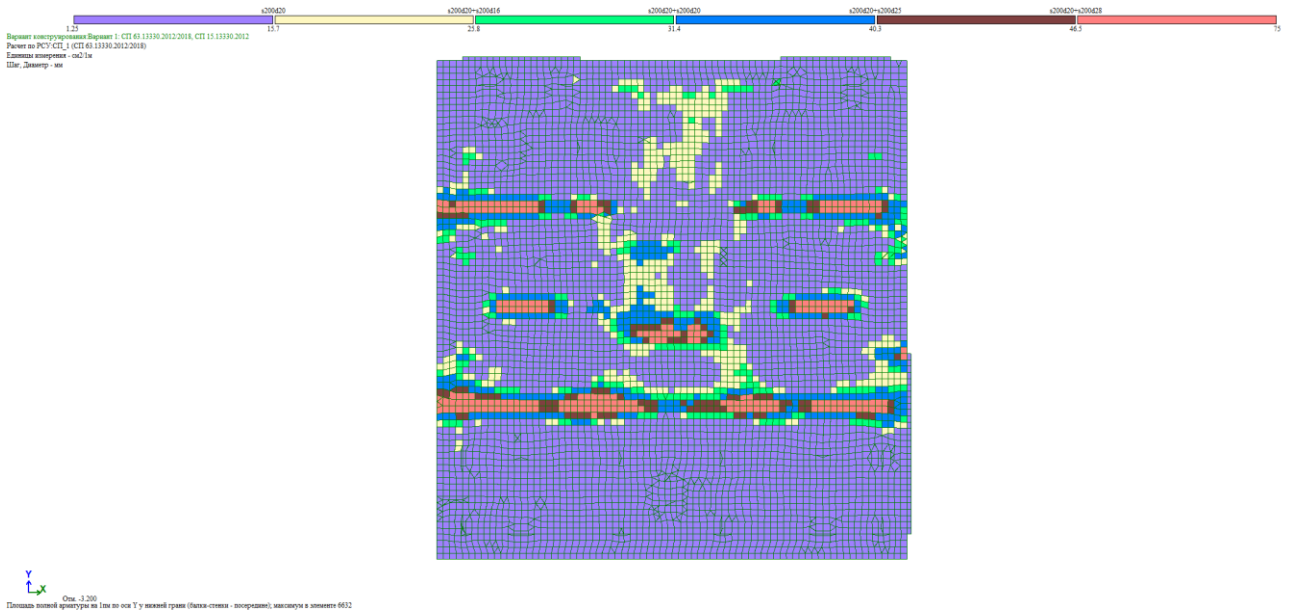


Рисунок 16. Армирование нижней грани в направлении Y

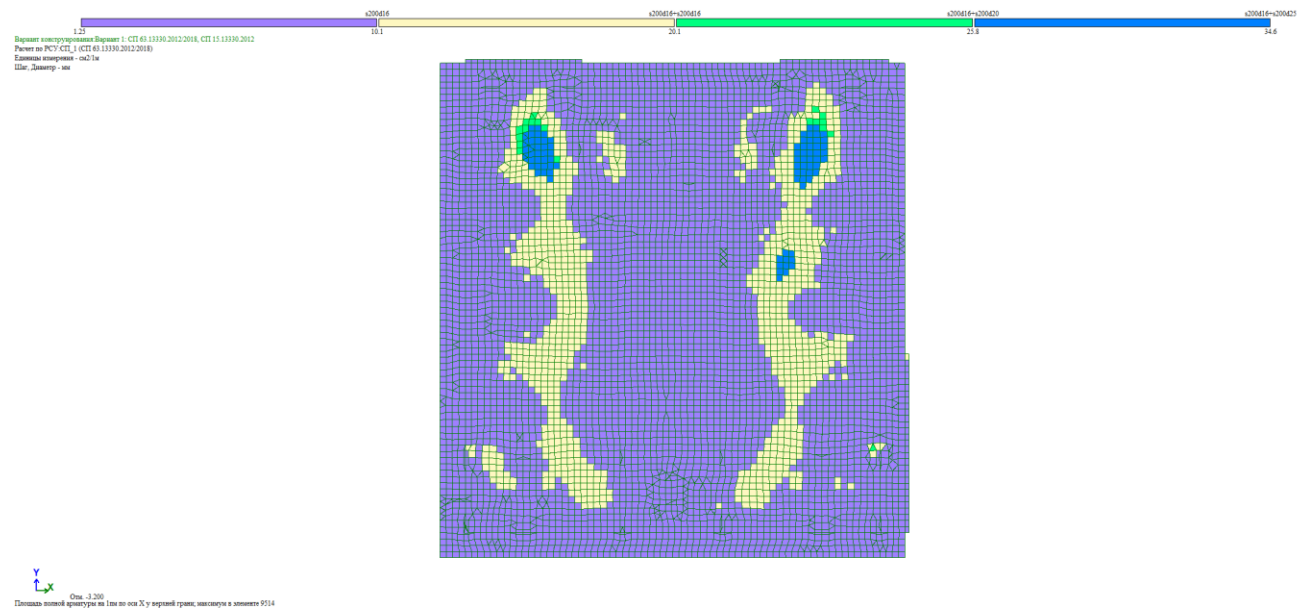


Рисунок 17. Армирование верхней грани в направлении X

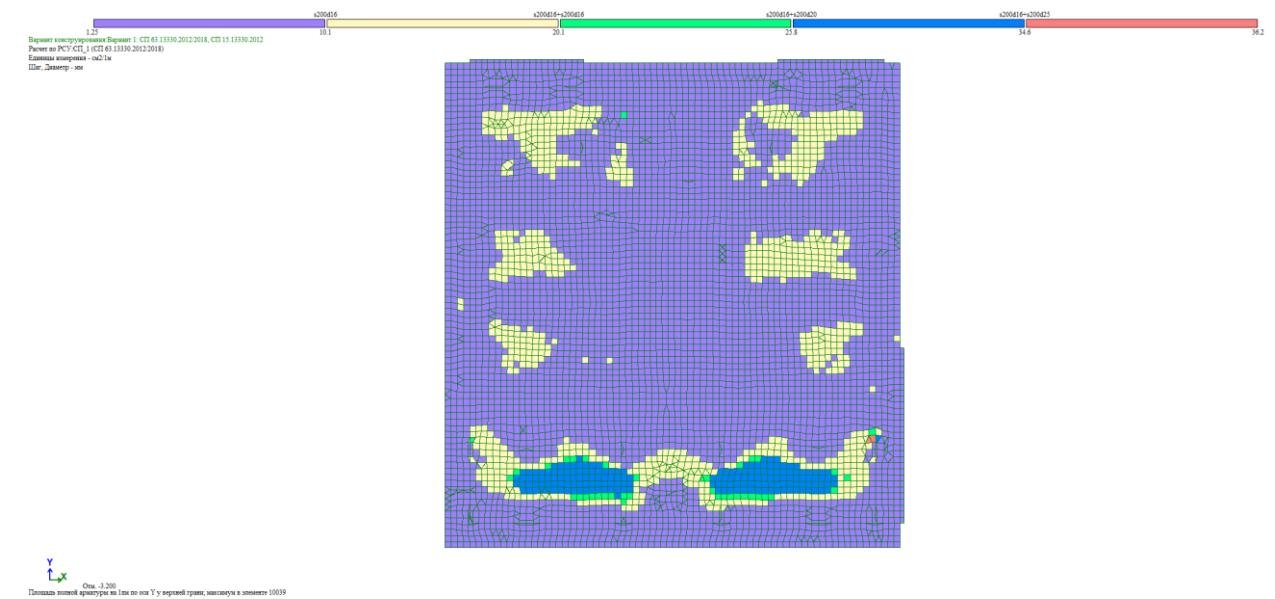


Рисунок 18. Армирование верхней грани в направлении Y

| | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

5.2 Армирование стен.

Потребность арматуры находим по расчетным сочетаниям усилий (PCY), результаты даны на рисунках 19...24.

Класс бетона В30, толщина стен 250, 200, 180 мм. Рабочая арматура класса А500С. Привязка горизонтальной арматуры к грани сечения 30 мм, привязка вертикальной арматуры 40 мм. При расчете стен на внецентренное сжатие учитываем отклонение от проектной толщины защитного слоя бетона согласно п. 7 таблицы 5.10 СП 70.13330.2012. При толщине защитного слоя свыше 20 мм и линейных размерах поперечного сечения до 200 мм + 8 мм.

Определим случайный эксцентриситет для стен: эксцентриситет e_a в любом случае принимается не менее, $e_a^{20} = h/30 = 20/30 = 0,667$ см и не менее 1 см (п. 7.1.7 СП 63.13330.2012); предельное отклонение стены, поддерживающей монолитное перекрытие, согласно п.1 таблицы 5.12 СП 70.13330.2012 - $e' = 1,5$ см; суммарный эксцентриситет $e'_a = e_a + e' = 2,5$ мм.

Коэффициент расчетной длины $L_y = L_z = 1,0$.

В расчете учитываем коэффициент условий работы бетона $\gamma_{b3} = 0,85$.

Категория требований по трещиностойкости - 3: $a_{crc1} = 0,4$ мм и $a_{crc2} = 0,3$ мм.

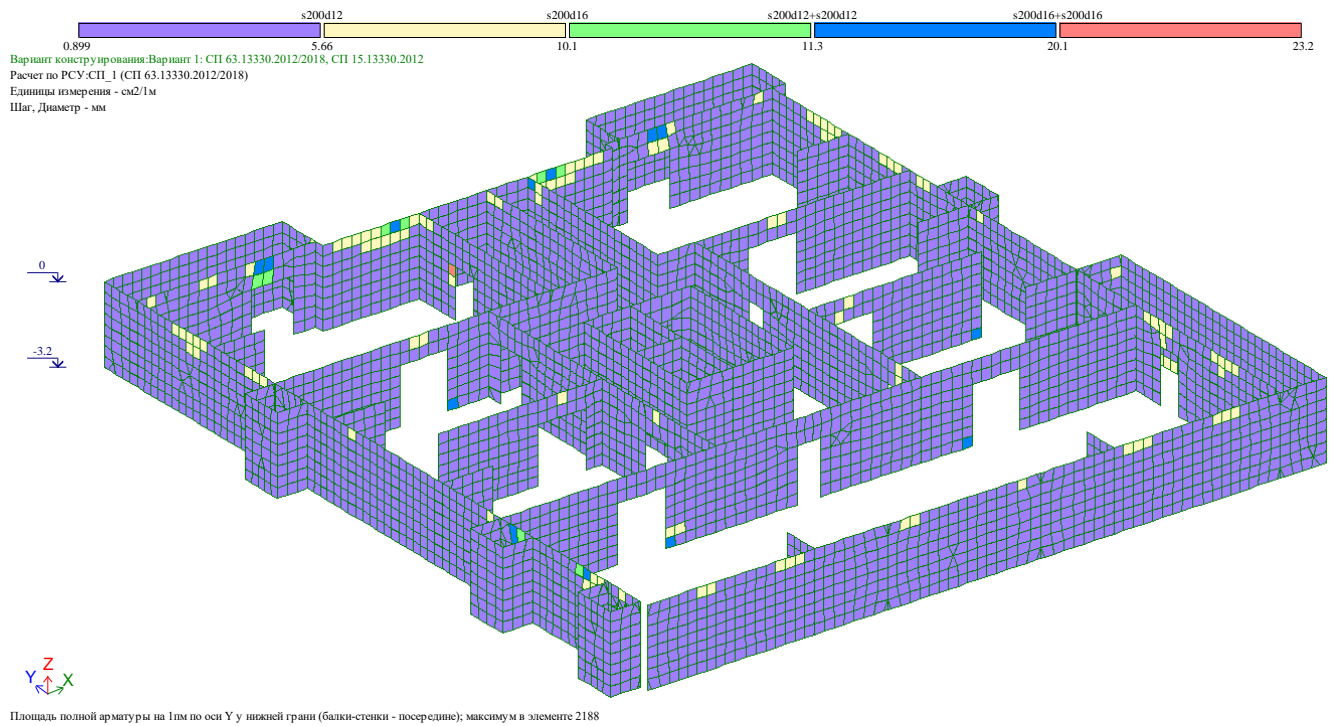


Рисунок 19. Вертикальное армирование стен подвала

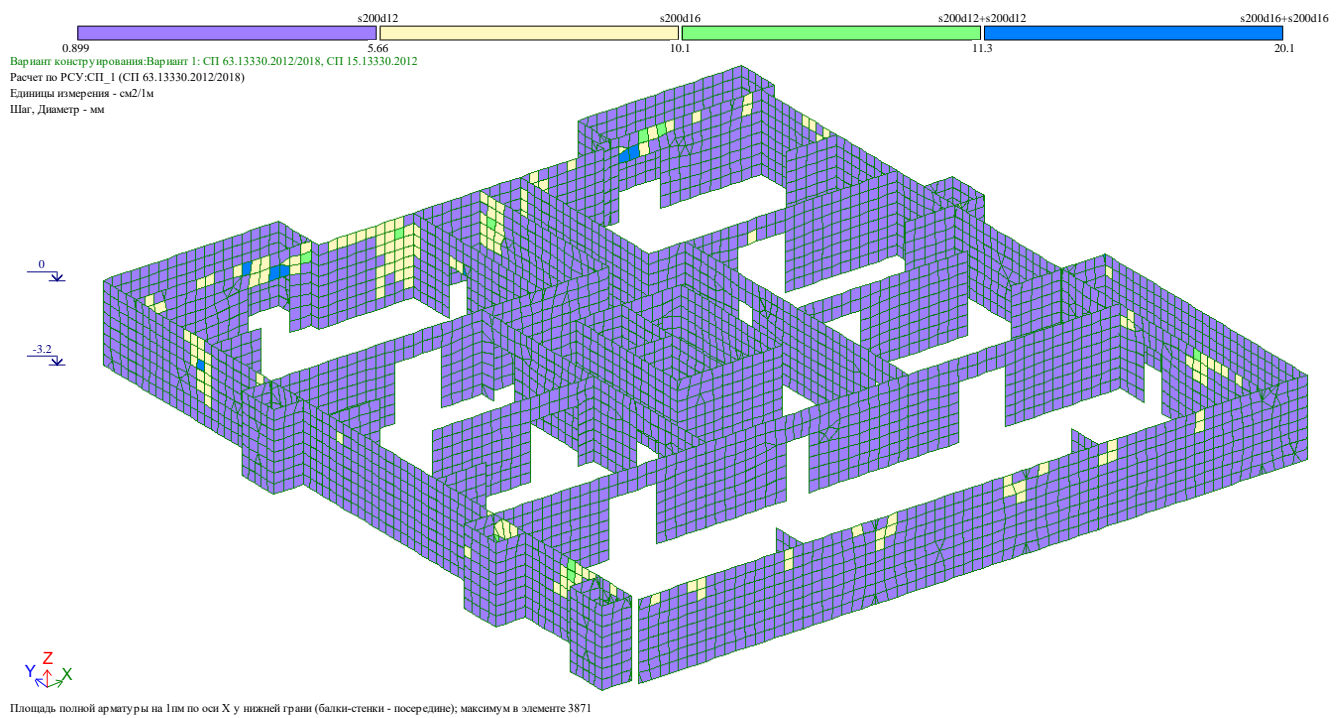


Рисунок 20. Горизонтальное армирование стен подвала

| | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

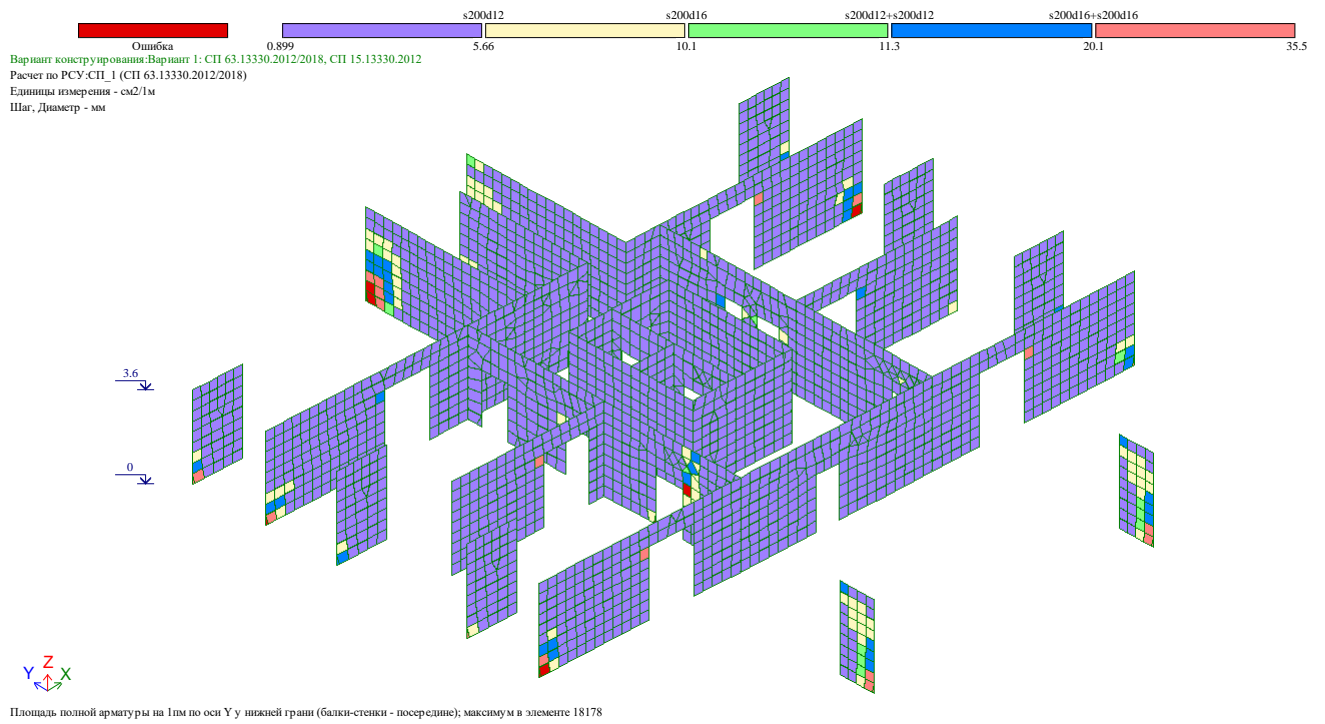


Рисунок 21. Вертикальное армирование стен 1 этажа

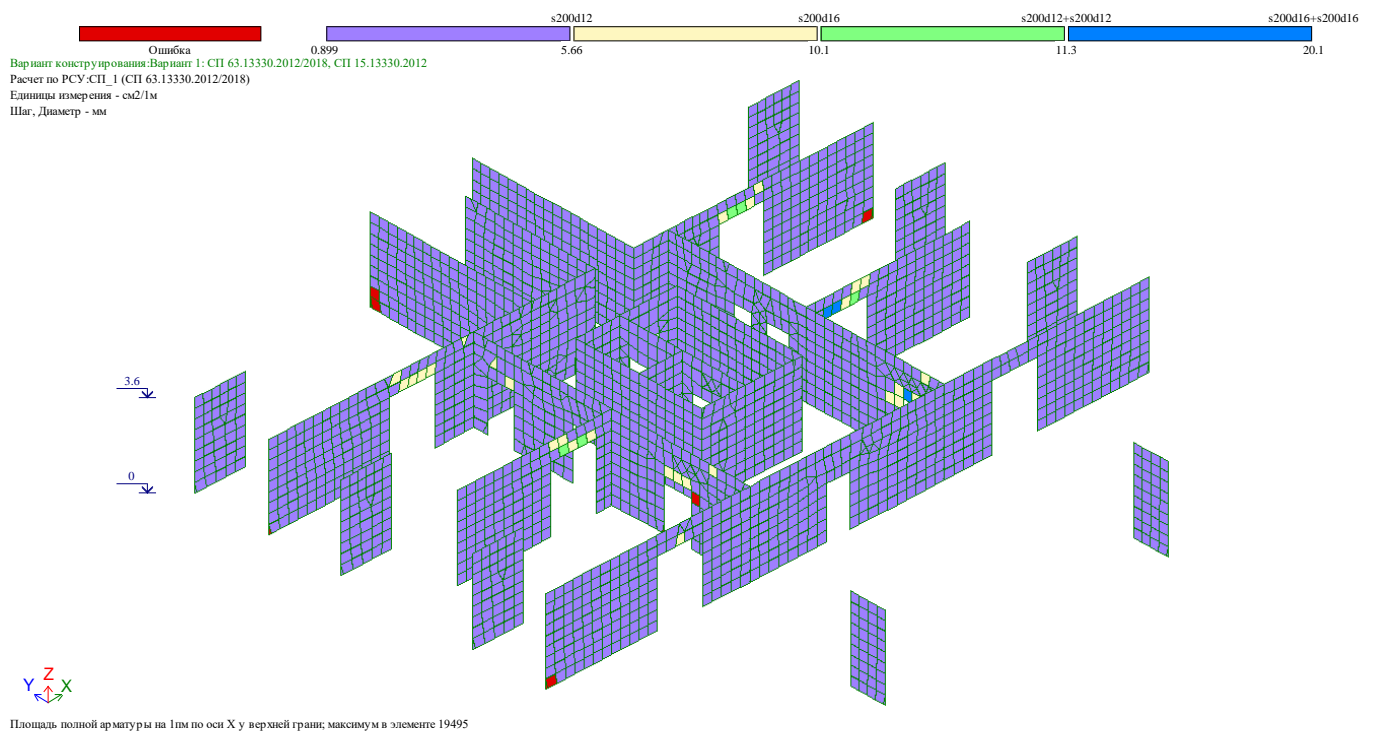
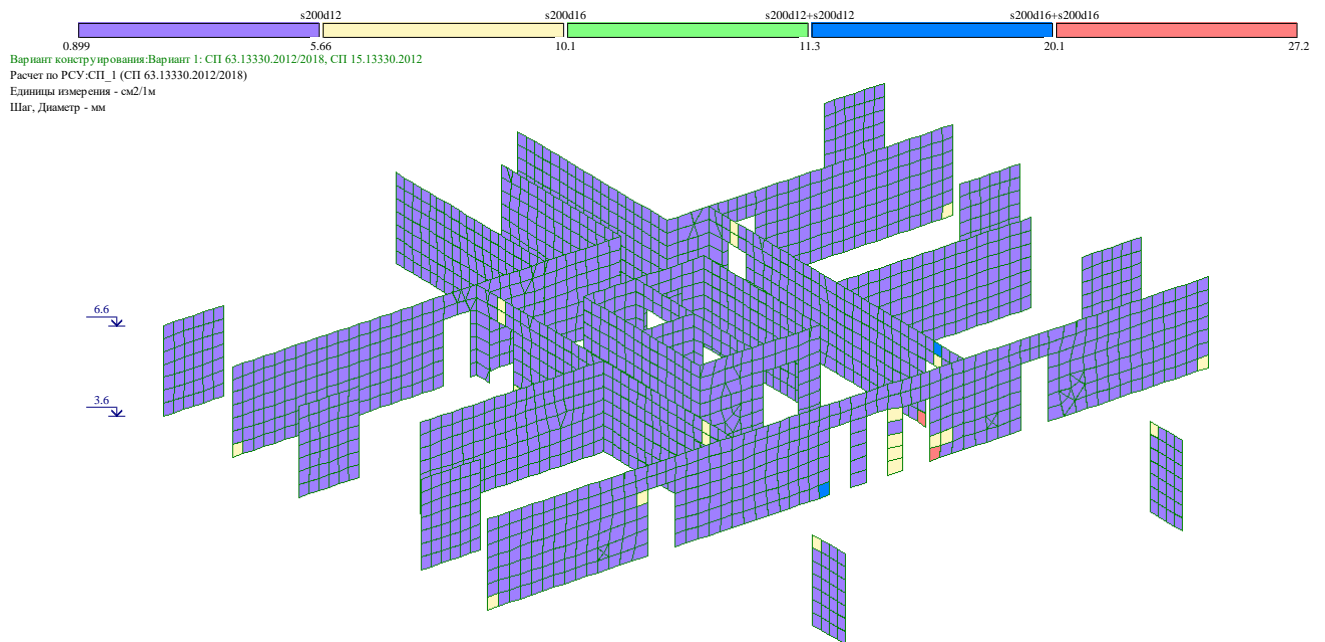


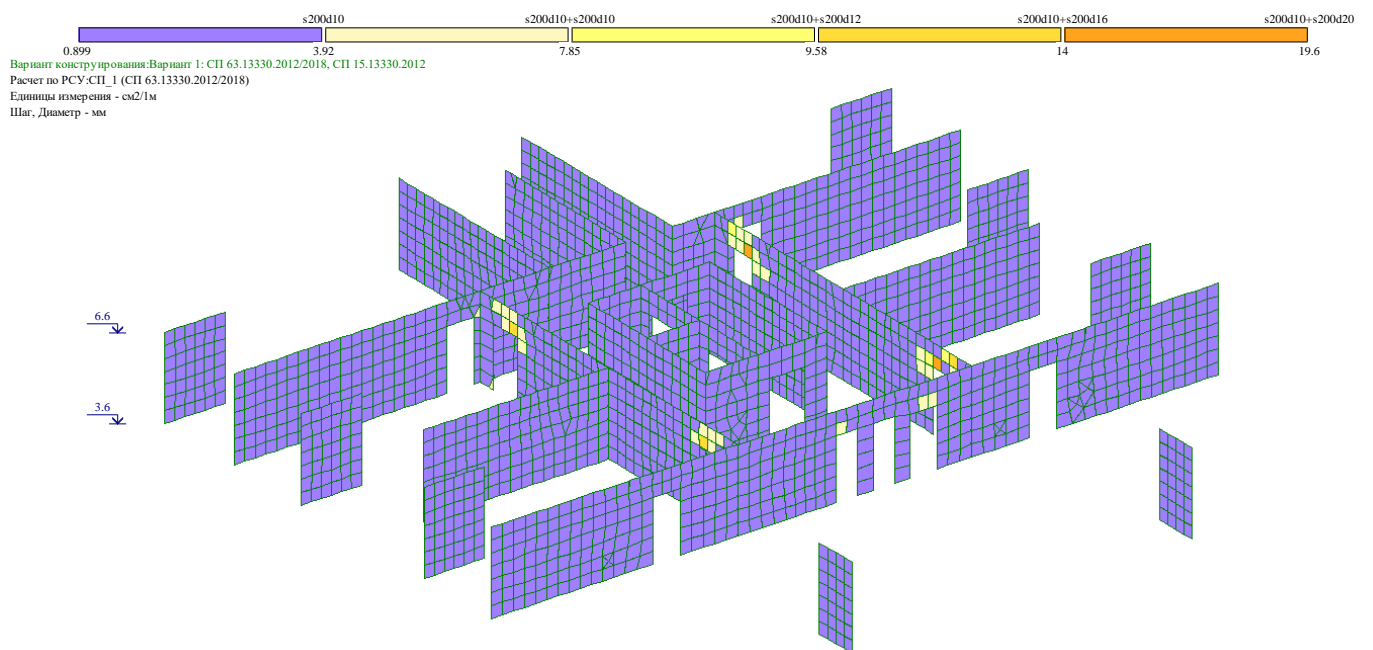
Рисунок 22. Горизонтальное армирование стен 1 этажа

| | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |



Площадь полной арматуры на 1м по оси Y у нижней грани (балки-стенки - посередине); максимум в элементе 28227

Рисунок 23. Вертикальное армирование стен 2 этажа



Площадь полной арматуры на 1м по оси X у нижней грани (балки-стенки - посередине); максимум в элементе 27881

Рисунок 24. Горизонтальное армирование стен 2 этажа

| | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

5.3 Армирование плит перекрытий.

Потребность арматуры находим по РСУ, результаты даны на рисунках 16-25.

Класс бетона плит В25, толщина 0,2 м (перекрытие подвала), 0,18 м (типового этажа). Рабочая арматура класса А500С.

Величина привязки арматуры к нижней грани – 25 мм.

Величина привязки арматуры к верхней грани – 25 мм.

Категория трещиностойкости 3: $a_{crc1} = 0,4$ мм; $a_{crc2} = 0,3$ мм.

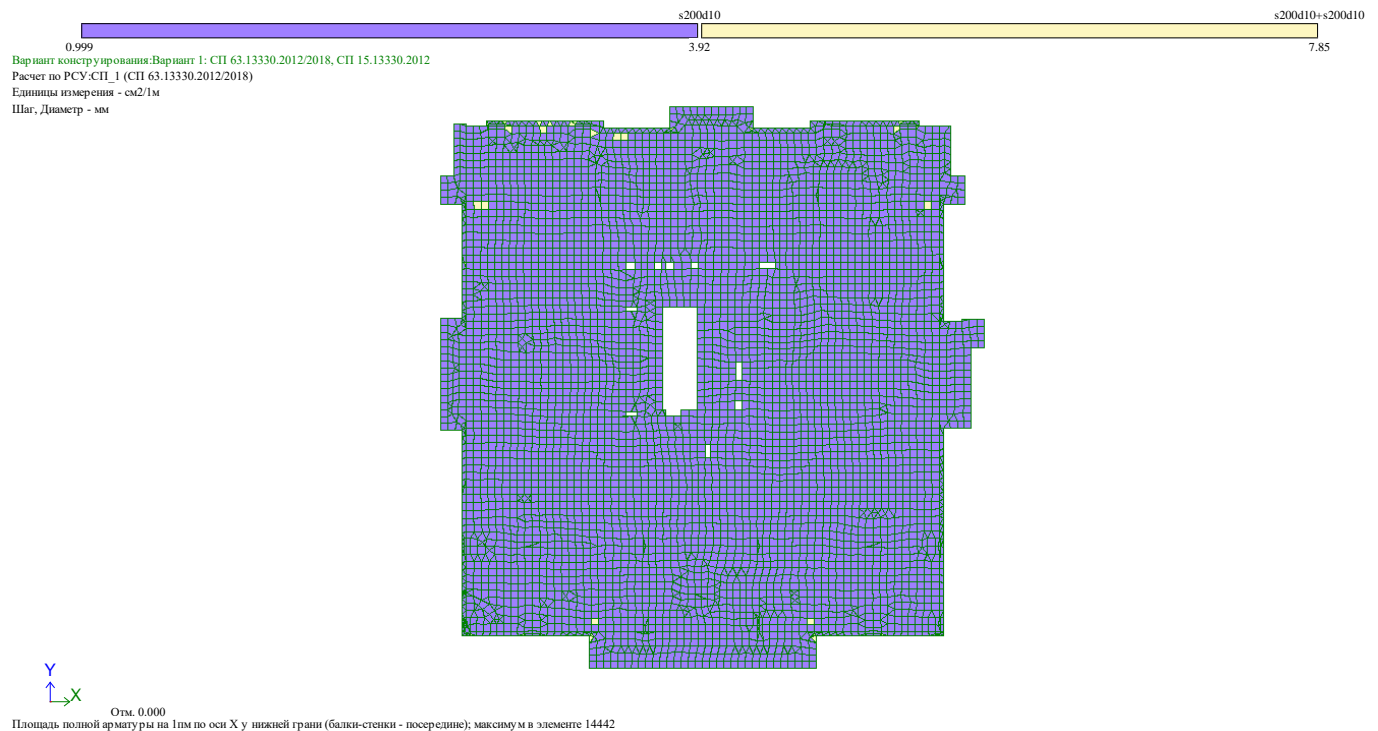


Рисунок 25. Плита над подвалом. Армирование нижней грани в направлении X

| | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

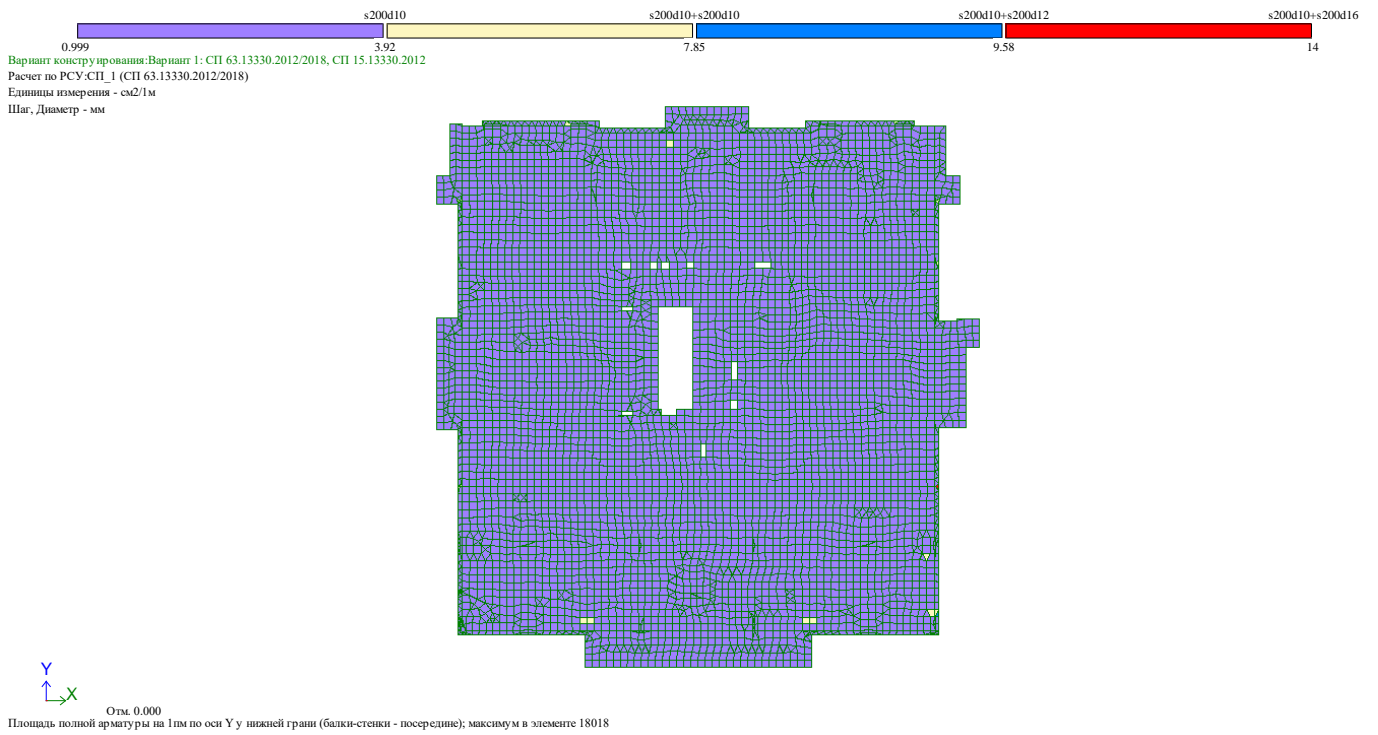


Рисунок 26. Плита над подвалом. Армирование нижней грани в направлении Y

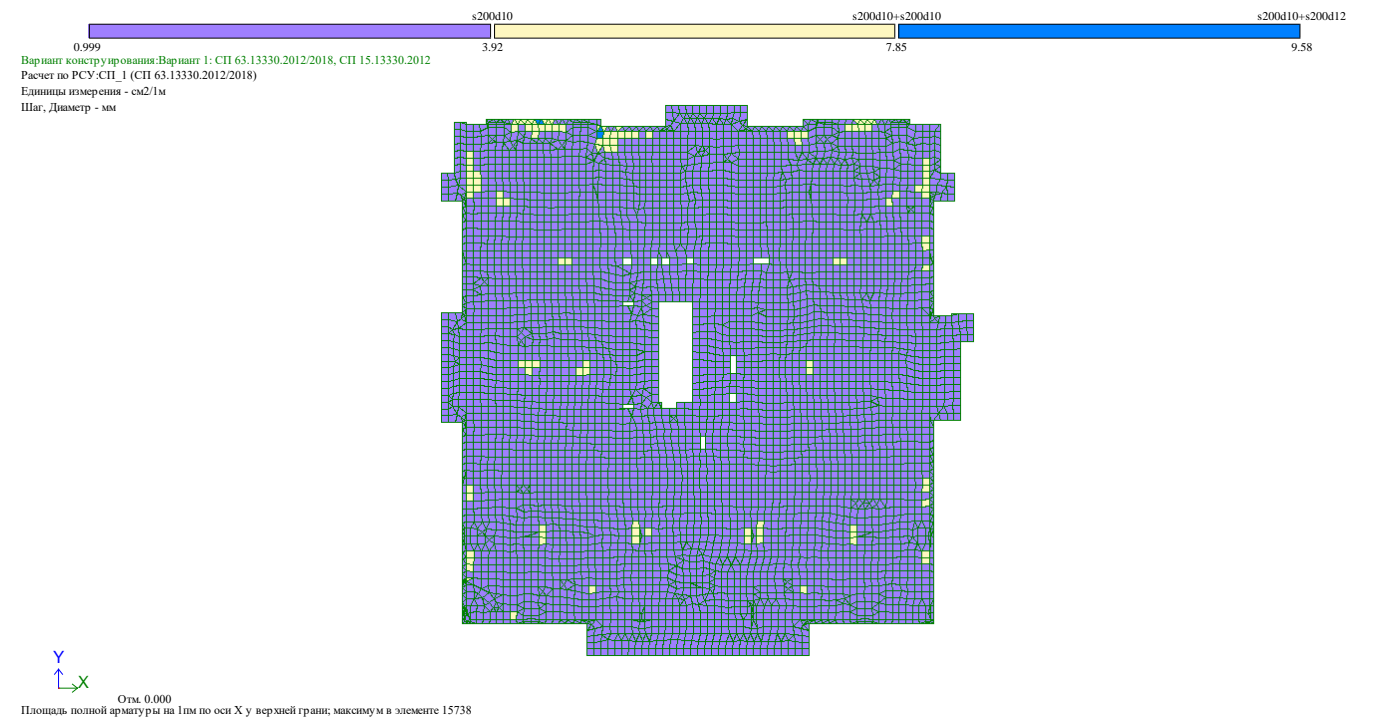


Рисунок 27. Плита над подвалом. Армирование верхней грани в направлении X

| | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

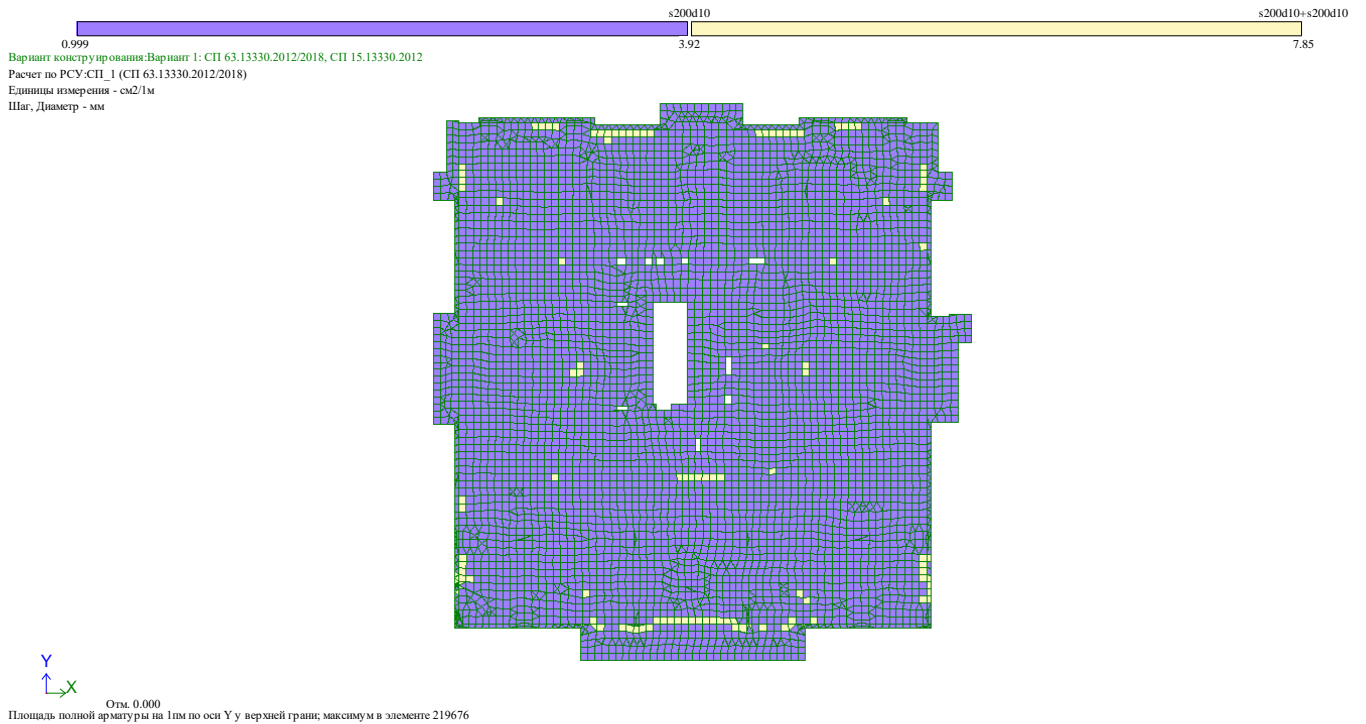


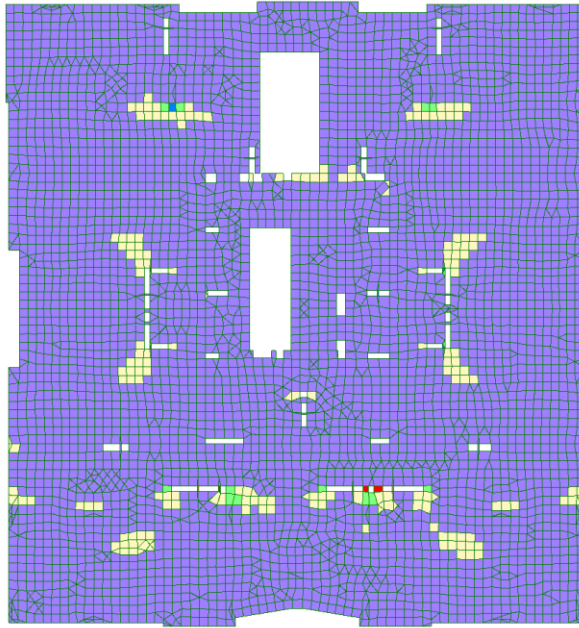
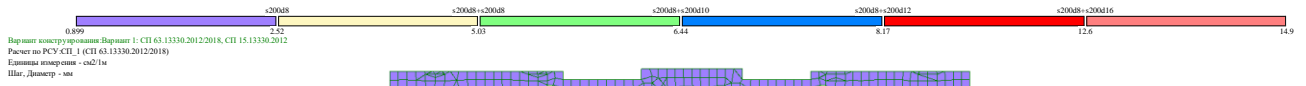
Рисунок 28. Плита над подвалом. Армирование верхней грани в направлении Y

Принимаем основное(фоновое) армирование плиты перекрытия подвала:

- нижняя $\varnothing 10$ A500C с шагом 200 мм;
- верхняя $\varnothing 10$ A500C с шагом 200 мм.

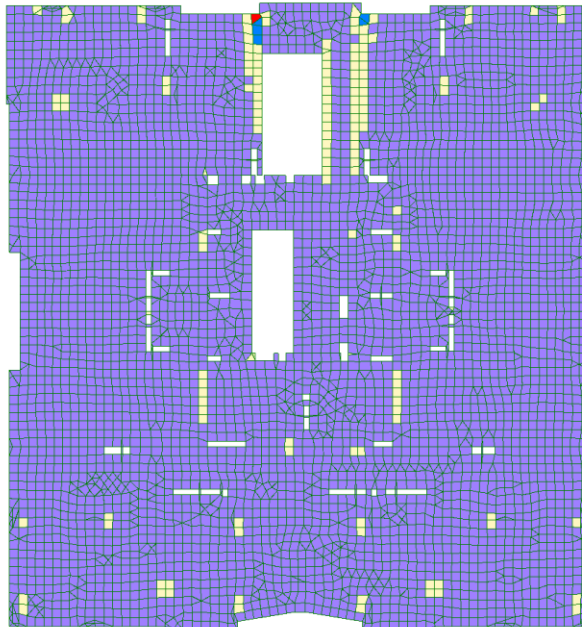
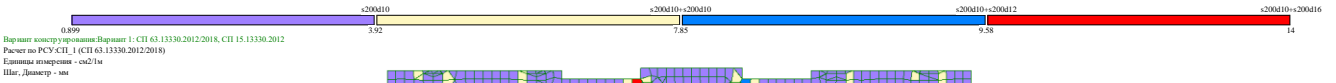


Рисунок 29. Плита типового этажа. Армирование нижней грани в направлении X



Отсч = 36.600
 Площадь полной арматуры на 1м по оси Y у нижней грани (балка-стена - поперечное), максимум в элементе 111374

Рисунок 30. Плита типового этажа. Армирование нижней грани в направлении Y



Отсч = 36.600
 Площадь полной арматуры на 1м по оси X у верхней грани, максимум в элементе 110155

Рисунок 31. Плита типового этажа. Армирование верхней грани в направлении X

| | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

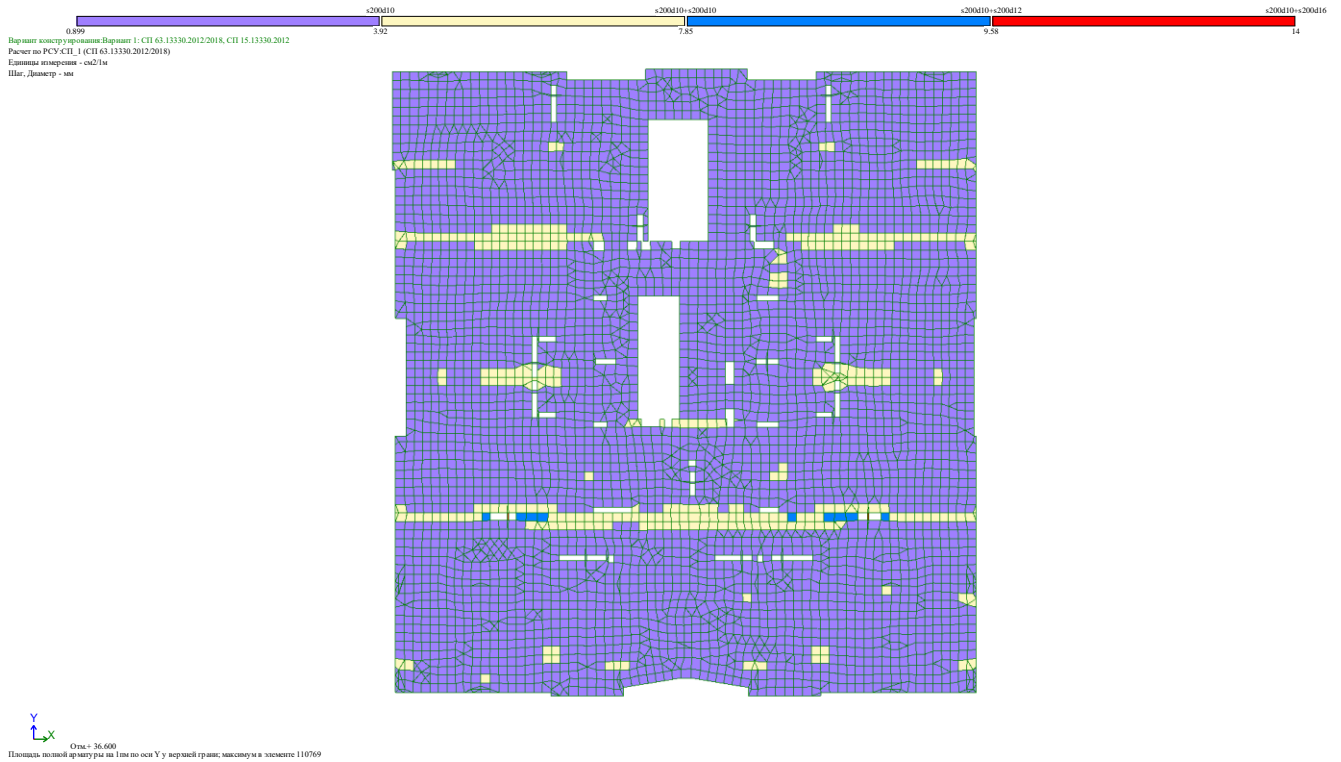


Рисунок 32. Плита типового этажа. Армирование верхней грани в направлении Y

Принимаем основное(фоновое) армирование плит перекрытия типового этажа:

- нижняя $\varnothing 8$ А500С с шагом 200 мм;
- верхняя $\varnothing 10$ А500С с шагом 200 мм.

| | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

5.4 Армирование колонн.

Потребность арматуры находим по расчетным сочетаниям усилий (PCY).

Сечение колонн 700x300, 900x300 мм. Класс бетона колонн подвала, 1 и 2 этажа – В30; 3-24 этажа - В25. Рабочая арматура класса А500С, Ø20-28.

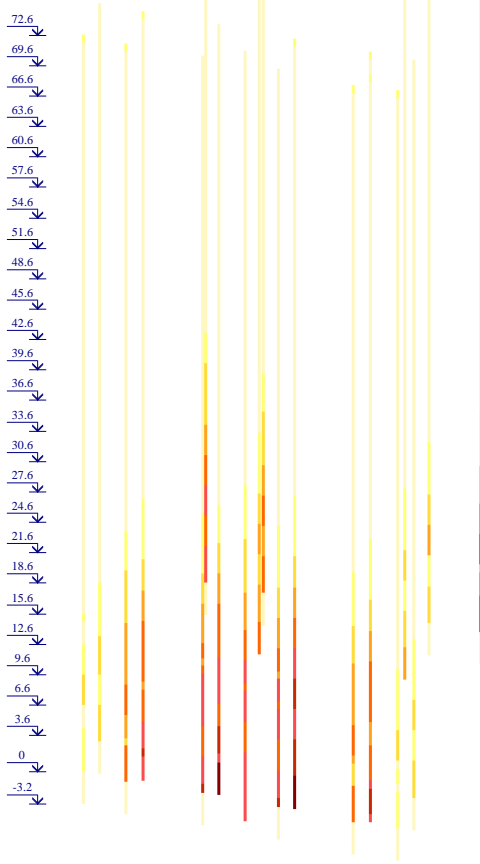
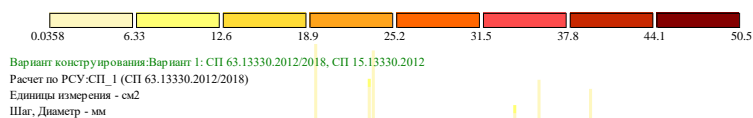
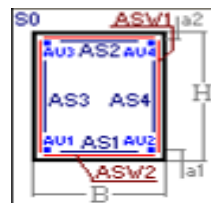
Привязка продольной арматуры к грани сечения 50 мм. Коэффициент расчетной длины $L_y=L_z=0.7$.

В расчете учитываем коэффициент условий работы бетона

$$\gamma_{b3} = 0,85.$$

Категория трещиностойкости 3: $a_{crc1} = 0,4$ мм и

$$a_{crc2} = 0,3$$
 мм.



Площадь полной арматуры AU1 AU2 AU3 AU4 AS1 AS2 AS3 AS4. Симметричное армирование. Максимум 50.41 в элементе 4.

Рисунок 33. Суммарная арматура колонн подвала (AS1+AS2+ AS3+ AS4+ AU1+AU2+ AU3+ AU4)

| | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |