

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный
университет»

Факультет кадастра и строительства

Кафедра строительства и архитектуры

РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА

по дисциплине «Спецкурс по проектированию строительных
конструкций»

Студент группы 5УЗ-1

А.Ю. Негодяев

Руководитель проекта

Н.С. Дронов

Содержание

| | |
|---|----|
| 1. Общие данные..... | 3 |
| 1.1 Климатические условия..... | 3 |
| 1.2 Инженерно-геологические условия..... | 4 |
| 1.3 Сейсмичность района..... | 11 |
| 1.4 Описание объекта..... | 11 |
| 2. Теплотехнический расчет..... | 12 |
| 2.1 Теплотехнический расчет фасада..... | 12 |
| 2.2 Теплотехнический расчет покрытия..... | 16 |
| 3. Прочностные расчеты..... | 19 |
| 3.1 Постоянные нагрузки..... | 19 |
| 3.2 Эксплуатационные нагрузки..... | 26 |
| 3.3 Снеговая нагрузка..... | 27 |
| 3.4 Ветровая нагрузка..... | 28 |
| 3.5 Боковое давление грунта..... | 28 |
| 4. Формирование расчетной схемы..... | 30 |
| 5. Загружения..... | 32 |
| 6. Результаты статического расчета..... | 33 |
| 6.1 Наружная стена..... | 33 |
| 6.2 Плита перекрытия..... | 39 |
| 6.3 Колонна..... | 47 |
| 6.4 Балка..... | 51 |
| 7. Результаты конструктивного расчета..... | 57 |
| 7.1 Плита перекрытия..... | 57 |
| 7.2 Наружная стена..... | 60 |
| 7.3 Колонна..... | 62 |
| 7.4 Балка..... | 63 |
| 8. Расчет фундамента..... | 64 |
| 8.1 Результаты статического расчета грунта..... | 66 |
| 8.2 Результаты конструктивного расчета..... | 77 |
| Список использованных источников..... | 79 |

1. Общие данные

Участок строительства расположен в г. Владивосток, Приморского края, район Советский, ул. Волжская.

Территория Приморского края относится к умеренно-муссонному, влажному климату. Для него характерна чётко выраженная контрастная смена сезонных воздушных масс. Рельеф полуострова гористый. Сопки, являющиеся южными отрогами хребта Глагодинза, имеют направление с северо-востока на юго-запад и в значительной степени расчленены распадками и долинами небольших речек.

1.1 Климатические условия

Проект разработан для строительства в IV климатическом районе со следующими характеристиками:

По карте климатического районирования в соответствии с СП 131.13330.2018 Строительная климатология, территория для строительства относится к зоне IV.

Таблица 1 - Ведомость метеорологических характеристик

| Температура воздуха | | |
|---|----------------------|-----|
| абсолютная минимальная | | -15 |
| абсолютная максимальная | | 34 |
| среднегодовая | | 4.6 |
| средняя наиболее холодной пятидневки | обеспеченностью 0.98 | -24 |
| | обеспеченностью 0.92 | -22 |
| Влажность воздуха | | |
| средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее холодного месяца, % | | 58 |
| средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее теплого месяца, % | | 85 |
| Скорость ветра | | |

| | | |
|--|--|------|
| максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь, м/сек | | 7.1 |
| минимальная из средних скоростей ветра по румбам за июль, м/сек | | 6.1 |
| преобладающее направление ветра за декабрь-февраль | | С |
| преобладающее направление ветра за июнь-август | | Ю |
| Осадки | | |
| количество осадков за ноябрь-март, мм | | 103 |
| количество осадков за апрель-октябрь, мм | | 715 |
| максимальное суточное количество, мм | | 244 |
| Глубина промерзания | | |
| суглинки и глины, м | | 1.40 |
| супесей и песков мелких и пылеватых, м | | 1.70 |
| песков гравелистых и средней крупности, м | | 1.83 |
| крупнообломочных грунтов, м | | 2.07 |

1.2 Инженерно-геологические условия

Физико-механические свойства грунтов

В результате анализа показателей физико-механических свойств грунтов, определенных лабораторными методами, согласно ГОСТ 20522-2012, с учетом данных о геологическом строении и литологических особенностях грунтов в пределах изученного участка до разведанной глубины 12,0 м выделено 5 инженерно-геологических элементов (слоев).

Инженерно-геологический элемент (слой) 1 – техногенный (насыпной) грунт: песок мелкий с гравием (tQ_{IV}).

Согласно ГОСТ 25100-2011 (таблица 2) техногенные грунты ИГЭ 1 участка классифицируются: класс – дисперсные; подкласс – несвязные; тип – техногенные насыпные; подтип – техногенные перемещенные природные грунты; вид – минеральные.

По лабораторным данным техногенный грунт характеризуется следующими показателями:

| | |
|-------------------------|------------------------|
| Естественная влажность | 23.50 % |
| Плотность грунта | 2.02 г/см ³ |
| Плотность сухого грунта | 1.63 г/см ³ |
| Плотность частиц грунта | 2.65 г/см ³ |
| Коэффициент пористости | 0.623 д.е. |
| Пористость | 38.33 % |
| Степень влажности | 1.00 д.е. |

Согласно СП 11-105-97, часть III, гл.9 грунты техногенной толщи относятся – к отсыпанным сухим способом; по однородности состава и сложения - к планомерно возведенным насыпям; по виду исходного материала – к пескам; по степени уплотнения – к слежавшимся (давность отсыпки более 20 лет).

Грунты неоднородны по составу и по степени уплотнения, как в площадном, так и в вертикальном разрезе, не нормируются, в качестве естественного основания не рекомендуются.

Инженерно-геологический элемент (слой) 2 – суглинок текучий с примесью торфа (относительное содержание органического вещества 6%), (ImQ_{IV}).

Согласно ГОСТ 25100-2011 (таблица 2) грунты ИГЭ 2 классифицируются: класс – дисперсные; подкласс – связные; тип – осадочные; подтип – лагунно-морские; вид – минеральные; подвид – глинистые грунты.

По результатам лабораторных данных грунты ИГЭ 2 характеризуются следующими значениями:

| | |
|------------------------|-----------|
| Естественная влажность | 31.7 % |
| Число пластичности | 14.2 % |
| Показатель текучести | 1.01 д.е. |

| | |
|-------------------------|------------------------|
| Плотность грунта | 1.86 г/см ³ |
| Плотность сухого грунта | 1.41 г/см ³ |
| Плотность частиц грунта | 2.69 г/см ³ |
| Коэффициент пористости | 0.901 д.е. |
| Пористость | 47.40% |

Инженерно-геологический элемент (слой) 3 – суглинок полутвердый, (d, eQ).

Согласно ГОСТ 25100-2011 (таблица 2) грунты ИГЭ 3 классифицируются: класс – дисперсные; подкласс – связные; тип – делювиально-элювиальные; подтип – образованные в результате выветривания; вид – минеральные; подвида – глинистые; разновидность – суглинок.

По результатам лабораторных данных грунты ИГЭ 3 характеризуются следующими значениями:

| | |
|-------------------------|------------------------|
| Естественная влажность | 20.9 % |
| Число пластичности | 15.0 % |
| Показатель текучести | 0.09 д.е. |
| Плотность грунта | 2.07 г/см ³ |
| Плотность сухого грунта | 1.71 г/см ³ |
| Плотность частиц грунта | 2.72 г/см ³ |
| Коэффициент пористости | 0.586 д.е. |
| Пористость | 36.94 % |

Инженерно-геологический элемент (слой) 4 – суглинок твердый (d,eQ).

Согласно ГОСТ 25100-2011 (таблица 2) грунты ИГЭ 4 классифицируются: класс – дисперсные; подкласс – связные; тип – делювиально-элювиальные; подтип – образованные в результате выветривания; вид – минеральные; подвида – глинистые; разновидность – суглинок.

По результатам лабораторных данных грунты ИГЭ 4 характеризуются следующими значениями:

| | |
|-------------------------|------------------------|
| Естественная влажность | 16.6 % |
| Число пластичности | 11.0 % |
| Показатель текучести | < 0 д.е. |
| Плотность грунта | 2.08 г/см ³ |
| Плотность сухого грунта | 1.78 г/см ³ |
| Плотность частиц грунта | 2.72 г/см ³ |
| Коэффициент пористости | 0.499 д.е. |
| Пористость | 32.74 % |

Инженерно-геологический элемент (слой) 5 – галечниковый грунт с песчано-суглинистым заполнителем, (ImQ).

Согласно ГОСТ 25100-2011 (таблица 2) грунты ИГЭ 5 классифицируются класс – дисперсные; подкласс – несвязные; тип – осадочные; подтип – лагунно-морские; вид – минеральные; подвид – крупнообломочные; разновидность – галечниковые.

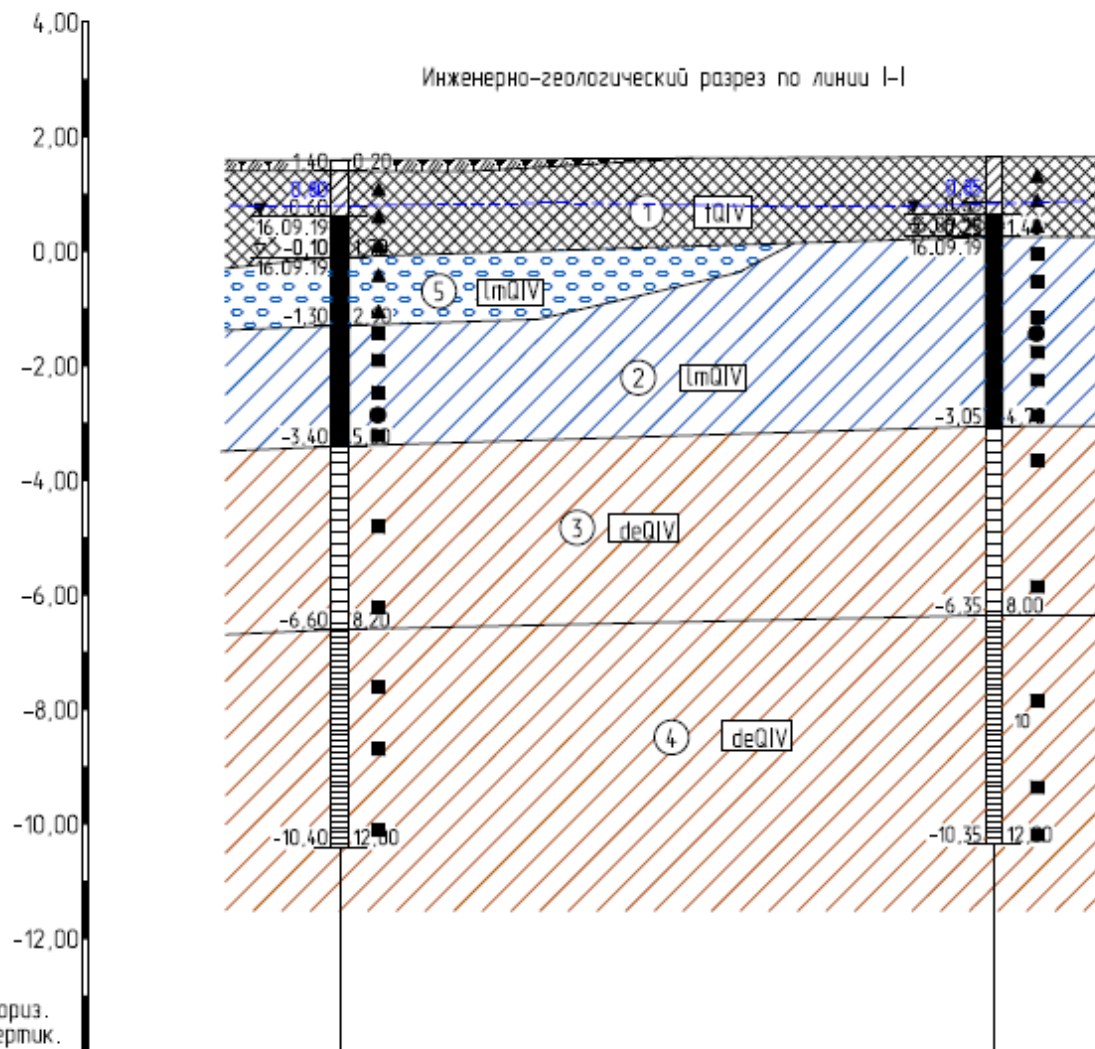
Средние (нормативные) значения физических свойств грунтов ИГЭ5:

| | |
|--|------------------------|
| Природная влажность | 15.3 % |
| Плотность грунта | 2.22 г/см ³ |
| Плотность сухого грунта | 1.93 г/см ³ |
| Плотность частиц грунта | 2.68 г/см ³ |
| Предел прочности крупных обломков на одноосное сжатие в водонасыщенном состоянии | 14.69 МПа |

Таблица 2 - Нормативные и расчетные показатели физико-механических характеристик грунтов

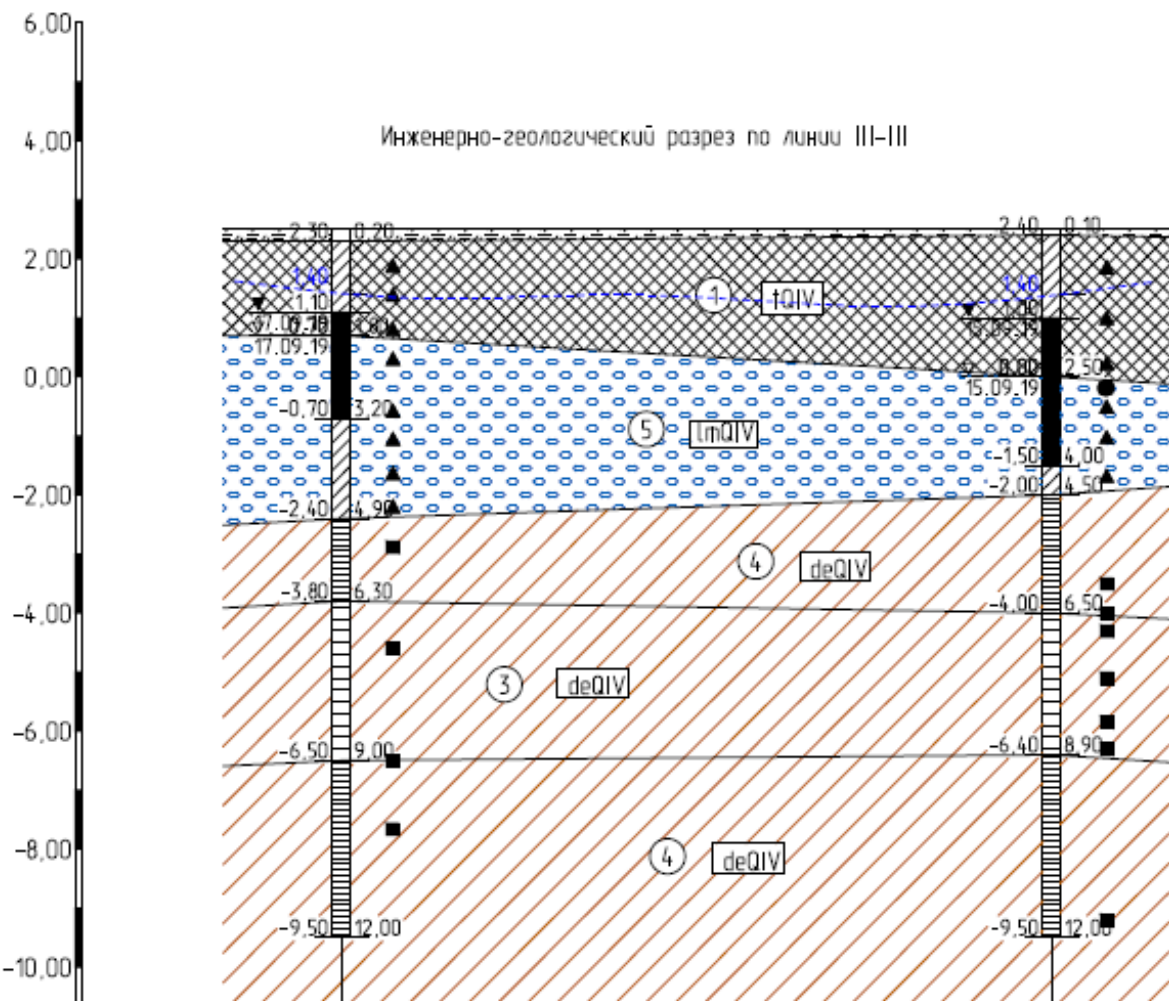
| Геологический индекс | № ИГЭ (слоя) | Наименование грунта по ГОСТ 25100 - 2011 | Плотность грунта, г/см ³ | Естественная влажность, % | Коэффициент пористости, д.е. | Показатель текучести, д.е. | Угол внутреннего трения, в град. | Удельное сцепление, С, кПа | Модуль деформации, Е, МПа | Предел прочности на одноосное сжатие в воздушно-сухом состоянии, МПа | Предел прочности на одноосное сжатие в водонасыщенном состоянии, МПа | Категории грунта по сейсмическим свойствам (СМР, 14.13330.2018) |
|----------------------|--------------|---|-------------------------------------|---------------------------|------------------------------|--|----------------------------------|----------------------------|---------------------------|--|--|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| tQ _{IV} | 1 | техногенный (насыпной) грунт: песок мелкий с гравием | $\frac{2,02(н)}{1,99(р)}$ | 23,5 | 0,623 | Не нормируются. В качестве естественного основания не рекомендуются | | | | | | II |
| ImQ _{IV} | 2 | суглинок текучий с примесью торфа с примесью торфа (относительное содержание органического вещества 6%) | $\frac{1,86(н)}{1,84(р)}$ | 31,7 | 0,901 | 1,01 | $\frac{18,0(н)}{15,6(р)}$ | $\frac{15,0(н)}{10,0(р)}$ | 4,0 | -- | -- | III |
| deQ _{IV} | 3 | суглинок полутвердый | $\frac{2,07(н)}{2,06(р)}$ | 20,9 | 0,586 | 0,09 | $\frac{24,6(н)}{21,4(р)}$ | $\frac{34,8(н)}{23,2(р)}$ | 25,2 | -- | -- | II |
| deQ _{IV} | 4 | суглинок твердый | $\frac{2,08(н)}{2,04(р)}$ | 16,6 | 0,499 | <0 | $\frac{25,5(н)}{22,2(р)}$ | $\frac{42,0(н)}{28,0(р)}$ | 30,5 | -- | -- | II |
| ImQ _{IV} | 5 | галечниковый грунт с песчано-суглинистым заполнителем | $\frac{2,22(н)}{2,21(р)}$ | 15,3 | 0,365 | 0,16 | $\frac{32,0(н)}{29,0(р)}$ | $\frac{11,0(н)}{7,3(р)}$ | 43,7 | -- | -- | II |

Инженерно-геологический разрез по линии I-I



М 1:200 гориз.
М 1:100 вертикаль.

| | | |
|-----------------------|----------|----------|
| Номер скважины | Скб.1 | Скб.2 |
| Абсолютные отметки, м | 1,60 | 1,65 |
| Глубина, м | 12,00 | 12,00 |
| Расстояние, м | 22,8 | |
| Дата проходки | 16.09.19 | 16.09.19 |



М 1:200 гориз.
М 1:100 вертикаль.

| | | |
|-----------------------|----------|----------|
| Номер скважины | Скв. 4 | Скв. 3 |
| Абсолютные отметки, м | 2,50 | 2,50 |
| Глубина, м | 12,00 | 12,00 |
| Расстояние, м | 24,1 | |
| Дата проходки | 17.09.19 | 15.09.19 |

1.3 Сейсмичность района

Сейсмичность района строительства принята по СП 14.13330.2018 Строительство в сейсмических районах п 5.5 по карте В ОСР-2016, 6 балльный район сейсмичности. В таблице 5.3 приведена классификация объектов по назначению, в РГР здание относится к жилому дому многоэтажному.

1.4 Описание объекта

В РГР проектируем высотное монолитное жилое здание 27-ми этажное с наружными и внутренними несущими стенами, и ядрами жесткости, в которых расположены лестничные и лифтовые узлы.

Высоты этажей 3300 мм, толщина несущих наружных стен 400 мм и внутренних стен 300 мм. В центре здания располагается монолитный лестнично-лифтовой узел, толщина стен 300 мм. Размеры в осях высотного монолитного жилого здание В-С – 24000 мм, в осях 2-17 – 27100 мм.

Также к зданию встроены две части стилобата высотой этажа 3300 мм, толщиной стен 400 м. Размеры первого блока стилобата в осях А-К 18000 мм, в осях 1-14 – 25600 мм. Второй блок в осях С-У 12000 мм, 6-18 – 25600 мм.

Запроектирована парковка закрытого типа на -1 этаже, высота этажа 3600 мм.

Фундамент здания представляет собой ростверк низкий на сваях, толщина ростверка 1.5 м. Сваи длиной 15 м.

Плиты перекрытия для первого и технических этаже – 250 мм, для типового этажа 200 мм.

Лестница – сборная железобетонная.

Кровля – плоская с внутренним водостоком, установлен парапет высотой 1500 мм, толщиной 400 мм.

Материалы основных несущих конструкций приняты по СП 267.1325800.2016 Здания и комплексы высотные п. 8.2.2.3:

- Плиты перекрытия (бетон класса В30)
- Стены наружные и внутренние (бетон класса В35)
- Балки, колонны (бетон класса В35)
- Фундаментная плита (бетон класса В45)
- Арматура класса А400С (ГОСТ Р 52544-2006);

2. Теплотехнический расчет

2.1 Теплотехнический расчет фасада

Расчет произведен в соответствии с требованиями следующих нормативных документов:

СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий.

СП 131.13330.2018 Строительная климатология.

СП 23-101-2004 Проектирование тепловой защиты зданий

1. Исходные данные

Район строительства: Владивосток

Относительная влажность воздуха: $\varphi_{в} = 55\%$

Тип здания или помещения: Жилые

Вид ограждающей конструкции: Наружные стены с вентилируемым фасадом

Расчетная средняя температура внутреннего воздуха здания: $t_{в} = 21^{\circ}\text{C}$

2. Расчет

Согласно таблицы 1 СП 50.13330.2012 при температуре внутреннего воздуха здания $t_{\text{int}} = 21^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности воздуха $\phi_{\text{int}} = 55\%$ влажностный режим помещения устанавливается, как нормальный.

Определим базовое значение требуемого сопротивления теплопередаче $R_{\text{отр}}$ исходя из нормативных требований к приведенному сопротивлению теплопередаче (п. 5.2) СП 50.13330.2012) согласно формуле

$$R_{\text{отр}} = a \cdot \text{ГСОП} + b$$

где a и b - коэффициенты, значения которых следует приниматься по данным таблицы 3 СП 50.13330.2012 для соответствующих групп зданий.

Так для ограждающей конструкции вида- наружные стены с вентилируемым фасадом и типа здания - жилые $a = 0.00035$; $b = 1.4$

Определим градусо-сутки отопительного периода ГСОП, $^{\circ}\text{C} \cdot \text{сут}$ по формуле (5.2) СП 50.13330.2012

$$\text{ГСОП} = (t_{\text{в}} - t_{\text{от}}) \cdot z_{\text{от}}$$

где $t_{\text{в}}$ - расчетная средняя температура внутреннего воздуха здания, $t_{\text{в}} = 21^{\circ}\text{C}$

$t_{\text{от}}$ - средняя температура наружного воздуха, $^{\circ}\text{C}$ принимаемые по таблице 1 СП 131.13330.2018 для периода со средней суточной температурой наружного воздуха не более 8°C для типа здания - жилые

$$t_{\text{от}} = -4.3^{\circ}\text{C}$$

$z_{\text{от}}$ - продолжительность, сут, отопительного периода принимаемые по таблице 1 СП 131.13330.2018 для периода со средней суточной температурой наружного воздуха не более 8°C для типа здания - жилые

$$z_{\text{от}} = 199 \text{ сут.}$$

Тогда

$$G_{СОП} = (21 + 4.3) \cdot 199 = 5034.7 \text{ } ^\circ\text{C} \cdot \text{сут}$$

По формуле в таблице 3 СП 50.13330.2012 определяем базовое значение требуемого сопротивления теплопередачи R_o^{TP} ($\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$).

$$R_o^{норм} = 0.00035 \cdot 5034.7 + 1.4 = 3.16 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$$

Поскольку населенный пункт Владивосток относится к зоне влажности - влажной, при этом влажностный режим помещения - нормальный, то в соответствии с таблицей 2 СП 50.13330.2012 теплотехнические характеристики материалов ограждающих конструкций будут приняты, как для условий эксплуатации Б.

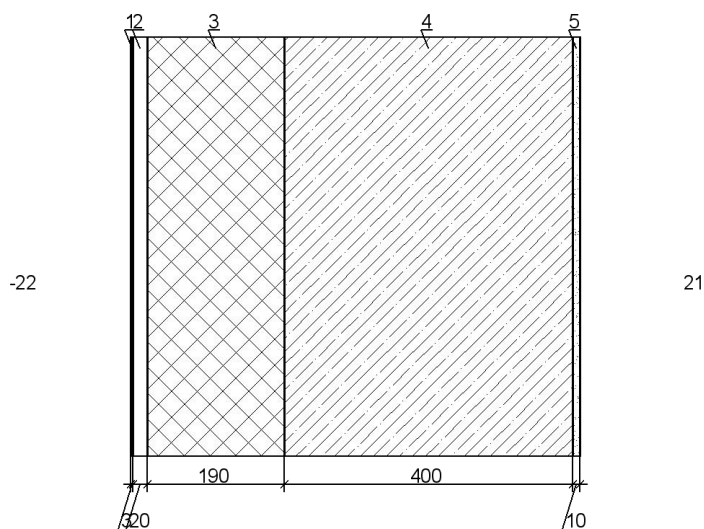


Рисунок 1 - Схема ограждающей конструкции

1. Алюминий (ГОСТ 22233, ГОСТ 24767), толщина $\delta_1 = 0.003$ м, коэффициент теплопроводности $\lambda_{Б1} = 221 \text{ Вт}/(\text{м}^\circ\text{C})$

2. Воздушная прослойка 1-2 см, толщина $\delta_2 = 0.02$ м, коэффициент теплопроводности $\lambda_{Б2} = 0.15 \text{ Вт}/(\text{м}^\circ\text{C})$

3. ТЕХНОНИКОЛЬ ТЕХНОФАС, толщина $\delta_3 = 0.19$ м, коэффициент теплопроводности $\lambda_{Б3} = 0.042 \text{ Вт}/(\text{м}^\circ\text{C})$

4. Железобетон (ГОСТ 26633), толщина $\delta_4 = 0.4$ м, коэффициент теплопроводности $\lambda_{Б4} = 2.04$ Вт/(м^{°С})

5. Раствор цементно-песчаный, толщина $\delta_5 = 0.01$ м, коэффициент теплопроводности $\lambda_{Б5} = 0.93$ Вт/(м^{°С})

Условное сопротивление теплопередаче $R_0^{усл}$, (м²°С/Вт) определим по формуле Е.6 СП 50.13330.2012

$$R_0^{усл} = \frac{1}{\alpha_{int}} + \frac{\delta_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\alpha_{ext}}$$

где α_{int} - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций, Вт/(м²°С), принимаемый по таблице 4 СП 50.13330.2012, $\alpha_{int} = 8.7$ Вт/(м²°С)

α_{ext} - коэффициент теплоотдачи наружной поверхности, ограждающей конструкций для условий холодного периода, принимаемый по таблице 6 СП 50.13330.2012

$\alpha_{ext} = 12$ Вт/(м²°С) - согласно п.3 таблицы 6 СП 50.13330.2012 для наружных стен с вентилируемым фасадом.

$$R_0^{усл} = \frac{1}{8.7} + \frac{0.003}{221} + \frac{0.02}{0.15} + \frac{0.19}{0.042} + \frac{0.4}{2.04} + \frac{0.01}{0.93} + \frac{1}{12} = 5.06 \text{ м}^2\text{°С/Вт}$$

Приведенное сопротивление теплопередаче $R_0^{пр}$, (м²°С/Вт) определим по формуле 11 СП 23-101-2004

$$R_0^{пр} = R_0^{усл} \cdot r$$

r - коэффициент теплотехнической однородности ограждающей конструкции, учитывающий влияние стыков, откосов проемов, обрамляющих ребер, гибких связей и других теплопроводных включений, $r = 0.65$

Тогда

$$R_0^{\text{пр}} = 5.06 \cdot 0.65 = 3.29 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$$

Вывод: величина приведённого сопротивления теплопередаче $R_0^{\text{пр}}$ больше требуемого $R_0^{\text{норм}}$ ($3.29 > 3.16$), следовательно, представленная ограждающая конструкция соответствует требованиям по теплопередаче.

2.2 Теплотехнический расчет покрытия

Температура внутреннего воздуха здания $t_{\text{int}} = 21^\circ\text{C}$ и относительной влажности воздуха $\varphi_{\text{int}} = 55\%$ влажностный режим помещения устанавливается, как нормальный.

Определим базовое значение требуемого сопротивления теплопередаче $R_0^{\text{тр}}$ по формуле:

$$R_{0\text{тр}} = a \cdot \text{ГСОП} + b$$

где a и b - коэффициенты, значения которых следует приниматься по данным таблицы 3 СП 50.13330.2012 для соответствующих групп зданий.

Так для ограждающей конструкции вида- покрытия и типа здания -жилые $a = 0.0005$; $b = 2.2$

Определим градусо-сутки отопительного периода ГСОП, $^\circ\text{C} \cdot \text{сут}$ по формуле (5.2) СП 50.13330.2012

$$\text{ГСОП} = (t_{\text{в}} - t_{\text{от}}) \cdot z_{\text{от}}$$

$$t_{\text{в}} = 21^\circ\text{C}, t_{\text{от}} = -4.3^\circ\text{C}, z_{\text{от}} = 199 \text{ сут.}$$

Тогда

$$\text{ГСОП} = (21 + 4.3) \cdot 199 = 5034.7 \text{ °C} \cdot \text{сут}$$

По формуле в таблице 3 СП 50.13330.2012 определяем базовое значение требуемого сопротивления теплопередачи $R_0^{\text{тр}}$ ($\text{м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$).

$$R_0^{\text{норм}} = 0.0005 \cdot 5034.7 + 2.2 = 4.72 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$$

Поскольку населенный пункт Владивосток относится к зоне влажности - влажной, при этом влажностный режим помещения - нормальный, то в соответствии с таблицей 2 СП50.13330.2012 теплотехнические характеристики материалов ограждающих конструкций будут приняты, как для условий эксплуатации Б.

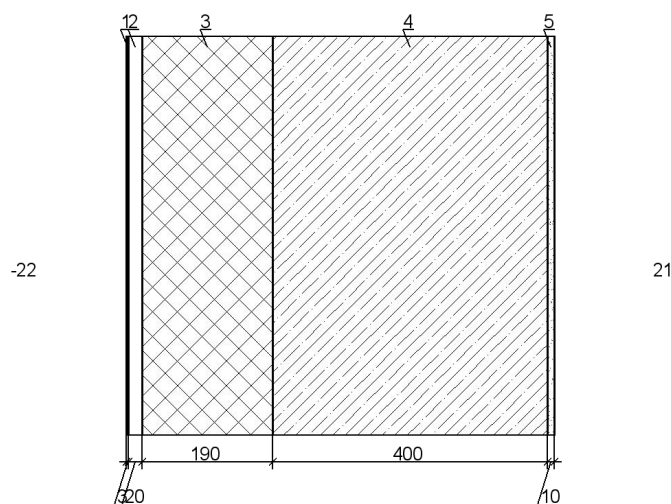


Рисунок 2 - Схема конструкции ограждающей конструкции

1. Рубероид (ГОСТ 10923), толщина $\delta_1 = 0.008$ м, коэффициент теплопроводности $\lambda_{Б1} = 0.17$ Вт/(м^{°С})
2. Раствор цементно-песчаный, толщина $\delta_2 = 0.05$ м, коэффициент теплопроводности $\lambda_{Б2} = 0.93$ Вт/(м^{°С})
3. Гравий керамзитовый ГОСТ 9757 ($\rho = 600$ кг/м.куб), толщина $\delta_3 = 0.14$ м, коэффициент теплопроводности $\lambda_{Б3} = 0.19$ Вт/(м^{°С})
4. ПСБ-С-35, толщина $\delta_4 = 0.19$ м, коэффициент теплопроводности $\lambda_{Б4} = 0.0474$ Вт/(м^{°С})
5. Железобетон (ГОСТ 26633), толщина $\delta_5 = 0.2$ м, коэффициент теплопроводности $\lambda_{Б5} = 2.04$ Вт/(м^{°С})

Условное сопротивление теплопередаче $R_0^{усл}$, (м²°С/Вт) определим по формуле Е.6 СП 50.13330.2012

$$R_0^{усл} = \frac{1}{\alpha_{int}} + \frac{\delta_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\alpha_{ext}}$$

где α_{int} - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций, Вт/(м²°С), принимаемый по таблице 4 СП 50.13330.2012, $\alpha_{int} = 8.7$ Вт/(м²°С)

α_{ext} - коэффициент теплоотдачи наружной поверхности, ограждающей конструкций для условий холодного периода, принимаемый по таблице 6 СП 50.13330.2012

$\alpha_{ext} = 23$ Вт/(м² °С) - согласно п.1 таблицы 6 СП 50.13330.2012 для покрытий.

$$R_0^{усл} = \frac{1}{8.7} + \frac{0.008}{0.17} + \frac{0.05}{0.93} + \frac{0.14}{0.19} + \frac{0.19}{0.0474} + \frac{0.2}{2.04} + \frac{1}{23} = 5.1 \text{ м}^2\text{°С/Вт}$$

Приведенное сопротивление теплопередаче $R_0^{пр}$, (м²°С/Вт) определим по формуле 11 СП 23-101-2004:

$$R_0^{пр} = R_0^{усл} \cdot r$$

r - коэффициент теплотехнической однородности ограждающей конструкции, учитывающий влияние стыков, откосов проемов, обрамляющих ребер, гибких связей и других теплопроводных включений

$$r = 0.95$$

Тогда

$$R_0^{пр} = 5.1 \cdot 0.95 = 4.85 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт}$$

Вывод: величина приведённого сопротивления теплопередаче $R_0^{пр}$ больше требуемого $R_0^{норм}$ ($4.85 > 4.72$), следовательно, представленная ограждающая конструкция соответствует требованиям по теплопередаче.

3. Прочностные расчеты

Сбор нагрузок осуществляется по СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия, СП 267.1325800.2016 Здания и комплексы высотные.

3.1 Постоянные нагрузки.

Постоянную нагрузку, действующую на плиту, собираем из нагрузки от веса пола и нагрузки от собственного веса плиты. Нормативные значения нагрузки от веса отдельных элементов пола на 1 м^2 площади плиты определяются как произведение толщины слоя материала на объёмный вес этого материала. Коэффициент надежности по нагрузке, определяем из п. 8.2.7. СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Нормативная и расчетная нагрузка на 1 м^2 приведена в табл.1

Таблица 1 - Нормативные и расчетные нагрузки на 1 м² перекрытия и покрытия

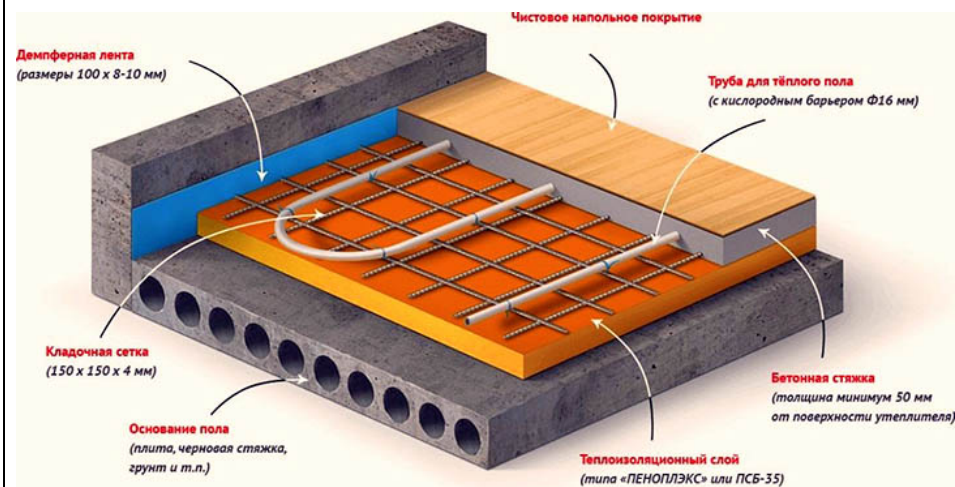
| Вид нагрузки | Нормативные нагрузки, кг/м ² | Коэффициент надежности по нагрузке | Расчетная нагрузка, кг/м ² |
|--|---|------------------------------------|---------------------------------------|
| Типовой этаж | | | |
| Постоянная: перекрытия | | | |
| Жилые комнаты: | | | |
| 1. Паркет ($\delta = 14 \text{ мм}, \rho = 650 \text{ кг/м}^3$) | $14 \cdot 0.65 = 9.1$ | 1.2 | 10.92 |
| 2. Клей для паркета ($\delta = 1 \text{ мм}, \rho = 1480 \text{ кг/м}^3$) | $1 \cdot 1.48 = 1.48$ | 1.2 | 1.776 |
| 3. Фанера водостойкая ($\delta = 12 \text{ мм}, \rho = 650 \text{ кг/м}^3$) | $12 \cdot 0.65 = 7.8$ | 1.2 | 9.36 |
| 4. Клей для фанеры ($\delta = 1 \text{ мм}, \rho = 1480 \text{ кг/м}^3$) | $1 \cdot 1.48 = 1.48$ | 1.2 | 1.776 |
| 5. Стяжка из цементно-песчаного раствора ($\delta = 30 \text{ мм}, \rho = 1500 \text{ кг/м}^3$) | $30 \cdot 1.50 = 45$ | 1.3 | 58.5 |
| 6. Гидроизоляция рулонная «ТЕХНОНИКОЛЬ» | 1.5 | 1.3 | 1.95 |
| Итого | $g_n = 66.36$ (67) | | $g = 84.282$ (85) |



| | | | |
|--|----------------------------|-----|----------------------|
| Кухни: | | | |
| 1. Линолеум | 2.25 | 1.2 | 2.7 |
| 2. Фанера ($\delta = 16 \text{ мм}, \rho = 650 \text{ кг/м}^3$) | $16 \cdot 0.65 = 10.4$ | 1.2 | 12.48 |
| 3. Полиэтиленовая пленка ($\delta = 0.2 \text{ мм}, \rho = 982 \text{ кг/м}^3$) | $0.2 \cdot 0.982 = 0.1964$ | 1.2 | 0.23568 |
| 4. Термопленка CALEO ($\delta = 0.4 \text{ мм}, \rho = 0.064 \text{ кг/м}^3$) | $0.4 \cdot 0.064 = 0.0256$ | 1.2 | 0.03072 |
| 5. Теплоотражающий материал «Салео Изолон» | 33 | 1.2 | 39.6 |
| 6. Стяжка из цементно-песчаного раствора ($\delta = 30 \text{ мм}, \rho = 1500 \text{ кг/м}^3$) | $30 \cdot 1.50 = 45$ | 1.3 | 58.5 |
| Итого | $g_n = 90.69 (91)$ | | $g = 113.5464 (114)$ |



| | | | |
|---|-------------------------|-----|-------|
| Ванные комнаты и туалеты: | | | |
| 1. Керамическая плитка ($\delta = 8 \text{ мм}, \rho = 2400 \text{ кг/м}^3$) | $8 \cdot 2.4 = 19.2$ | 1.2 | 23.04 |
| 2. Плиточный клей ($\delta = 4 \text{ мм}, \rho = 1800 \text{ кг/м}^3$) | $4 \cdot 1.8 = 7.2$ | 1.2 | 8.64 |
| 3. Армированная цементно-песчаная стяжка ($\delta = 50 \text{ мм}, \rho = 1800 \text{ кг/м}^3$) | $50 \cdot 1.8 = 90$ | 1.3 | 117 |
| 4. Труба для теплого пола | | | |
| 5. Демпферная лента ($\delta = 10 \text{ мм}, \rho = 24 \text{ кг/м}^3$) | $10 \cdot 0.024 = 0.24$ | 1.2 | 0.288 |
| 6. Теплоизоляционный слой «Пеноплэкс Экстрим»» ($\delta = 50 \text{ мм}, \rho = 40 \text{ кг/м}^3$) | $50 \cdot 0.040 = 2$ | 1.2 | 2.4 |

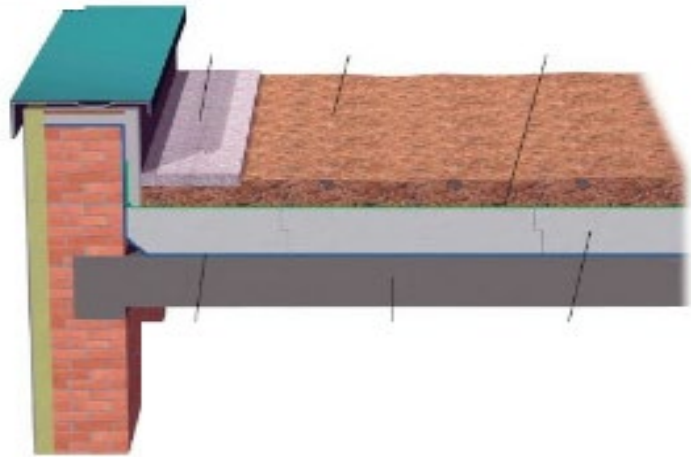


| | | | | |
|---|---------------------------|-----|----------------------|---|
| Итого | $g_n = 118.64$ (119) | | $g = 151.368$ (152) | |
| Технический этаж, Коридорный холл, вестибюль, Общественные помещения: | | | | |
| 1. Покрытие лака ($\delta = 1$ мм, $\rho = 1030$ кг/м ³) | $1 \cdot 1.03 = 1.03$ | 1.2 | 1.236 | <p>БЕТОННЫЙ ПОЛ С ТОППИНГОМ</p> <p>ПОКРЫТИЕ (ЛАК, ПРОПИТКА)</p> <p>СУХАЯ УПРОЧНЯЮЩАЯ СМЕСЬ</p> <p>СВЕЖЕУЛОЖЕННЫЙ (АРМИРОВАННЫЙ) БЕТОН</p> <p>РАЗДЕЛИТЕЛЬНАЯ ПЛЁНКА (ПОЛИЭТИЛЕН)</p> <p>ОСНОВАНИЕ (БЕТОН, ПЕСЧАНО-ЩЕБЁНОЧНАЯ ПОДУШКА)</p> |
| 2. Сухая упрочняющая смесь (топпинг) ($\delta = 3$ мм, $\rho = 1950$ кг/м ³) | $3 \cdot 1.95 = 5.85$ | 1.2 | 7.02 | |
| 3. Армированная цементно-песчаная стяжка ($\delta = 50$ мм, $\rho = 1800$ кг/м ³) | $50 \cdot 1.8 = 90$ | 1.3 | 117 | |
| 4. Разделительная пленка (полиэтилен) ($\delta = 0.5$ мм, $\rho = 982$ кг/м ³) | $0.5 \cdot 0.982 = 0.491$ | 1.2 | 0.5892 | |
| Итого | $g_n = 97.371$ (98) | | $g = 125.8452$ (126) | |

| | | | | |
|--|----------------------|-----|---------------------|--|
| Парковочная зона: | | | | |
| 1. Лак П 02 Мат. | 2.0 | 1.3 | 2.6 | |
| 2. Компаунд 3.01 | 2.0 | 1.3 | 2.6 | |
| 3. Присыпка кварцевым песком | 0.6 | 1.3 | 0.78 | |
| 4. Компаунд 3.03 База | 1 | 1.3 | 1.3 | |
| 5. Грунтовка 3.04 | 0.35 | 1.3 | 0.455 | |
| 6. Армированная цементно-песчаная стяжка ($\delta = 60 \text{ мм}, \rho = 1800 \text{ кг/м}^3$) | $60 \cdot 1.8 = 108$ | 1.3 | 140.4 | |
| Итого | $g_n = 113.95 (114)$ | | $g = 147.535 (148)$ | |

покрытие:

| | | | | |
|--|------------------------|-----|---------------------|--|
| Стилобатная часть: | | | | |
| 1. Субстрат для растений ($\delta = 300 \text{ мм}, \rho = 700 \text{ кг/м}^3$) | $300 \cdot 0.70 = 210$ | 1.2 | 252 | |
| 2. Дренажный геокомпозит «М1121» | 0.85 | 1.2 | 1.02 | |
| 3. Дренажно-накопительная ПВП-мембрана «DEMarco» | 0.7 | 1.2 | 0.84 | |
| 4. Дренажная профильная ПВХ мембрана | 0.09 | 1.2 | 0.108 | |
| 5. Гидроизоляция рулонная «ТЕХНОНИКОЛЬ» | 4 | 1.3 | 5.2 | |
| 6. Праймер битумный «ТЕХНОНИКОЛЬ» | 2.5 | 1.2 | 3 | |
| 7. Уклонообразующий слой из керамзитобетонной стяжки ($\delta = 30 \text{ мм}, \rho = 850 \text{ кг/м}^3$) | $30 \cdot 0.85 = 25.5$ | 1.3 | 33.15 | |
| Итого | $g_n = 243.64$ (244) | | $g = 295.318$ (296) | |

| | | | | |
|---|--------------------------|-----|----------------------|---|
| Кровля: | | | |  |
| 1. Техноэласт ЭКП | 5.25 | 1.2 | 6.3 | |
| 2. Техноэласт ЭПП | 5.0 | 1.2 | 6 | |
| 3. Выравнивающая стяжка из армированной сетке ($\delta = 50 \text{ мм}, \rho = 1800 \text{ кг/м}^3$) | $50 \cdot 1.8 = 90$ | 1.3 | 117 | |
| 4. Керамзит ($\delta = 40 \text{ мм}, \rho = 600 \text{ кг/м}^3$) | $40 \cdot 0.6 = 24$ | 1.2 | 28.8 | |
| 5. Утеплитель пленка ПСБ-С-35 ($\delta = 100 \text{ мм}, \rho = 35 \text{ кг/м}^3$) | $100 \cdot 0.35 = 35$ | 1.3 | 45.5 | |
| 6. Пароизоляция ПВХ ($\delta = 0,2 \text{ мм}, \rho = 1420 \text{ кг/м}^3$) | $0.2 \cdot 1.42 = 0.284$ | 1.2 | 0.3408 | |
| Итого | $g_n = 159.534 (160)$ | | $g = 203.9408 (204)$ | |

3.2 Эксплуатационные нагрузки

Определяем нормативные значения равномерно распределенных кратковременных нагрузок на плиты перекрытий, лестницы приведены в п. 8.2.1, таблице 8.3 СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Для жилого здания встроенной стилобатной части, в котором расположены торговые помещения (магазины), также под зданием находится закрытая парковка:

- квартиры жилых зданий нормативные значения равномерно распределенных нагрузок, $P_t = 1.5$ кПа;
- балконы (лоджии) с учетом нагрузки полосовой равномерной на участке шириной 0,8 м вдоль ограждения балкона (лоджии), $P_t = 4.0$ кПа;
- торговые помещения, $P_t = 4.0$ кПа;
- покрытия на участках с возможным скоплением людей (выходящих из торговых помещений), $P_t = 4.0$ кПа.

СП 267.1325800.2016 Здания и комплексы высотные. В разд. 7.2 равномерно распределенные и временные нагрузки, в п. 7.2.1 нормативные значения равномерно распределенных временных нагрузок на перекрытия, покрытия и лестницы следует принимать по таб. 7.1:

- технический этаж, $P_t = 10$ кПа (1000 кгс/м²);
- вестибюли и коридоры первого этажа, $P_t = 4.0$ кПа (400 кгс/м²);
- лестницы и входы, $P_t = 5.0$ кПа (500 кгс/м²).

В п. 7.2.2 для нагрузок, указанных в таблице 7.1, следует принимать коэффициент надежности по нагрузке из СП 20.13330.2016 (п. 8.2.2).

Нагрузки от транспортных средств СП 20.13330.2016, разд. 8.4 в п. 8.4.1 нормативные значения эквивалентных вертикальных равномерно распределенных и местных сосредоточенных нагрузок на перекрытия, покрытия и полы на грунтах автостоянок следует определять по табл. 8.4.

Автостоянки в зданиях для автомашин общим весом до 3 тс включительно:

- площади парковки, $P_t = 3.5$ кПа, $Q_t = 20.0$ кН;
- пандусы и подъездные пути, $P_t = 5.0$ кПа, $Q_t = 25.0$ кН.

СП 267.1325800.2016, в п. 7.2.6 Нормативное значение нагрузки от транспортных средств общей массой свыше 16 т, в т.ч. пожарного автотранспорта, на стены подвалов и покрытие подземной части многофункционального комплекса следует принимать нормативное значение нагрузки от веса пожарных автомобилей не менее 30 кПа (3000 кгс/м²).

3.3 Снеговая нагрузка

Снеговую нагрузку принимаем по СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия.

Нормативное значение снеговой нагрузки на горизонтальную проекцию покрытия следует определять по формуле

$$S_0 = c_e c_t \mu S_g,$$

где c_e – коэффициент, учитывающий снос снега с покрытий зданий под действием ветра или иных факторов;

c_t – термический коэффициент, $c_t = 1$;

μ – коэффициент формы, учитывающий переход от веса снегового покрова земли к снеговой нагрузке на покрытие, $\mu = 1$;

S_g – нормативное значение веса снегового покрова на 1 м горизонтальной поверхности земли.

Снеговой район в г. Владивостоке - II снеговому району (карта 1), $S_g = 1.0$ кН/м²

$$c_e = (1.4 - 0.4\sqrt{k})(0.8 + 0.002l_c),$$

где k – коэффициент для типов местности, $k = 1.7$;

$l_c = 2b - \frac{b^2}{l}$ - характерный размер покрытия, принимаемый не более 100 м;

b – наименьший размер покрытия в плане;

l – наибольший размер покрытия в плане;

$$l_c = 2 \cdot 24 - \frac{24^2}{28.1} = 27.5$$

$$c_e = (1.4 - 0.4\sqrt{1.7})(0.8 + 0.002 \cdot 27.5) = 0.75$$

$$S_0 = 0.75 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0.75 \text{ кН/м}^2 = 750 \text{ Н/м}^2$$

Расчетная снеговая нагрузка определяется

$$S_n = S_0 \cdot k,$$

где k – коэффициент надежности по нагрузке, $k = 1.4$

$$S_n = 75 \cdot 1.4 = 105 \text{ кг/м}^2$$

3.4 Ветровая нагрузка

Нормативное значение ветрового давления принимается в зависимости от ветрового района. По СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия в п. 11 табл. 11.1 г. Владивосток относится к IV ветровому району (карта 2а), $W_0 = 0.48 \text{ кН/м}^2$

3.5 Боковое давление грунта

Методика расчета принята согласно п.п. 9.17-9.23 СП 22.13330.2011. Грунты, прилегающие к подпорной конструкции условно однородные с характеристиками, указанными в исходных данных. Грунтовые воды отсутствуют. Вертикальная составляющая усилий не учитывается.

Исходные данные: $h = 3.6$ м; $\gamma_{fq} = 1.2$; $q = 1.0 \cdot 1.2 = 1.2$ т/м²; $\gamma_{fg} = 1.15$; $\gamma = 1.95 \cdot 1.15 = 2.24$ т/м³; $c = 0.23$ т/м³; $\varphi = 21.4^\circ$; $\delta = 0^\circ$; $\theta = 0^\circ$; $\beta = 0^\circ$; вычисляется активное давление.

Коэффициент бокового давления

$$K_a = \operatorname{tg}^2(45 - \varphi/2) = 0.465$$

Высота вертикального откоса

$$h_c = \frac{2c - q\sqrt{K_a}}{\gamma\sqrt{K_a}} = \frac{2 \cdot 0.23 - 1.20\sqrt{0.465}}{2.24\sqrt{0.465}} = -0.23 \text{ м}$$

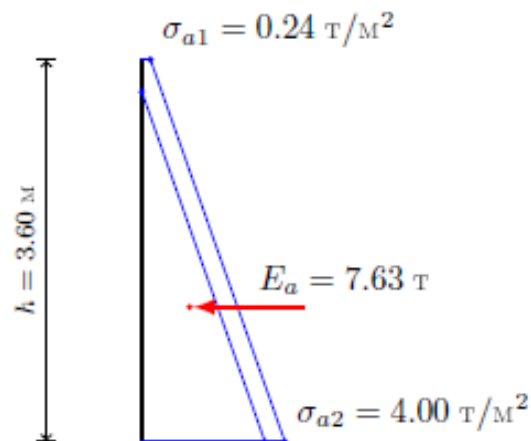
Давление в характерных точках по глубине

$$\sigma_{a1} = qK_a - 2c\sqrt{K_a} = 1.20 \cdot 0.465 - 2 \cdot 0.23\sqrt{0.465} = 0.24 \text{ т/м}^2$$

$$\sigma_{a2} = (\gamma h + q) K_a - 2c\sqrt{K_a} = (2.24 \cdot 3.60 + 1.20) 0.465 - 2 \cdot 0.23\sqrt{0.465} = 4.00 \text{ т/м}^2$$

$$E_a = 0.5bh(\sigma_{a1} + \sigma_{a2}) = 0.5 \cdot 1.0 \cdot 3.60(0.24 + 4.00) = 7.63 \text{ т}$$

$$h_E = \frac{h}{3} \cdot \frac{2\sigma_{a1} + \sigma_{a2}}{\sigma_{a1} + \sigma_{a2}} = \frac{3.60}{3} \cdot \frac{2 \cdot 0.24 + 4.00}{0.24 + 4.00} = 1.27 \text{ м}$$



Вывод. Эпюра бокового давления имеет форму трапеции. Давление в верхней и нижней частях эпюры составляет соответственно

и $\sigma_{a1} = 0.24$ т/м² $\sigma_{a2} = 4.00$ т/м². Суммарное горизонтальное усилие от бокового давления составляет $E_a = 7.63$ т.

4. Формирование расчетной схемы

Для получения наиболее точных значений внутренних усилий в элементах несущих конструкций здания необходимо выполнить расчет здания, как единой пространственной системы методом конечных элементов в ПК "ЛИРА-САПР 2019".

Целью пространственного расчета является:

1. Определение усилий, возникающих в элементах конструкции с учетом сейсмических воздействий.

2. Подбор сечений арматуры стен, балки, плиты фундаментной и перекрытия, и проверка их несущей способности. Для расчета и анализа работы конструкций в ПК Лира-САПР 2019 была создана аналитическая модель, описывающая все физические и геометрические параметры рассчитываемого здания.

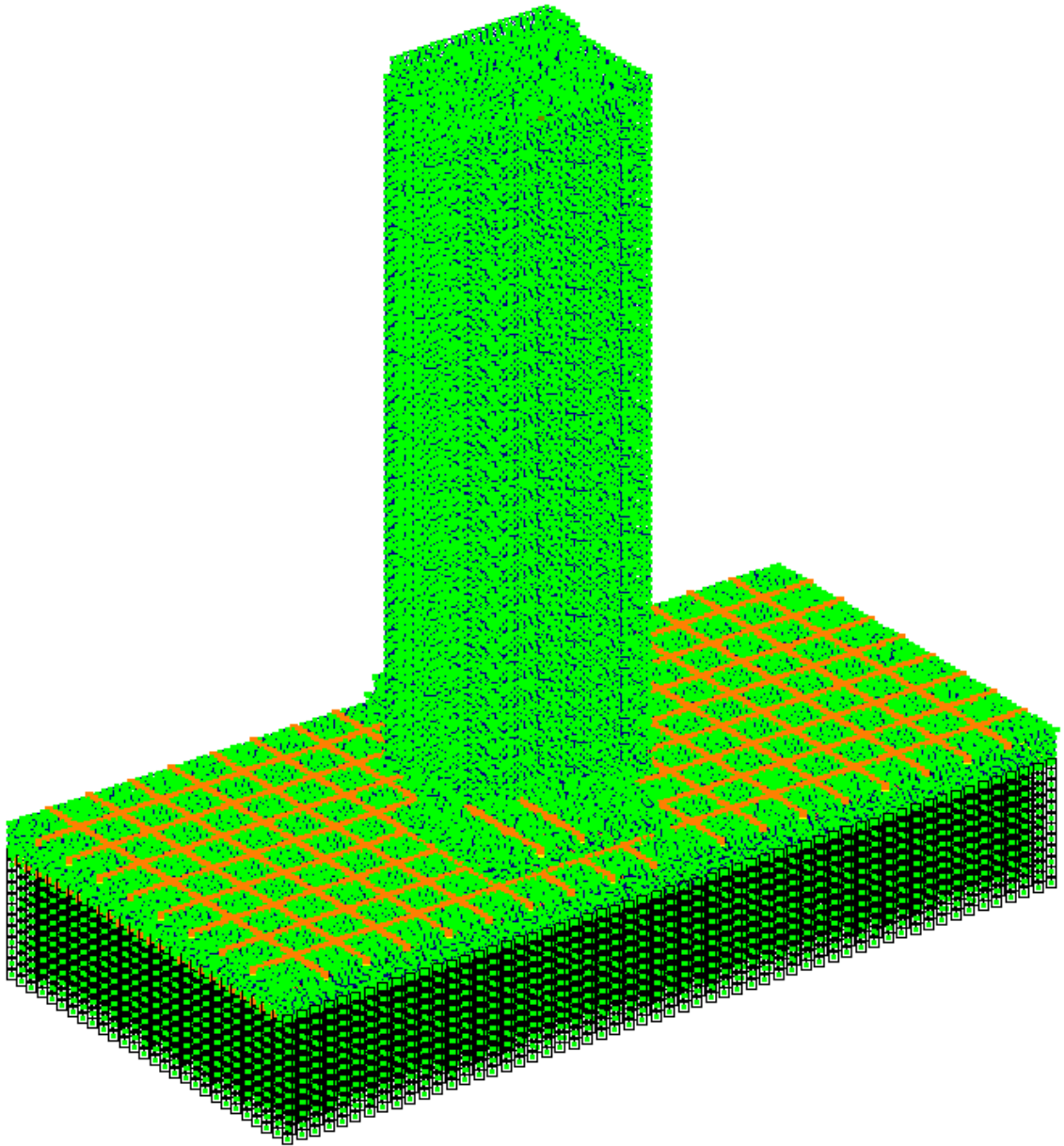


Рисунок 3 – Аналитическая модель в ПК Лира – САПР 2019

5. Загружения

Для пространственного расчета конструкции здания было сформировано 9 загружений, в скобках указан вид нагрузки влияющий на коэффициенты РСУ в соответствии с требованиями СП 20.13330.2016:

- Загружение 1 – От собственного веса (постоянное);
- Загружение 2 – Нагрузки на плиты (временное длительное);
- Загружение 3 – Эксплуатационные (кратковременные);
- Загружение 4 – Снеговое (кратковременное);
- Загружение 5 – Ветровая слева (мгновенное);
- Загружение 6 – Ветровая справа (мгновенное);
- Загружение 7 – Сейсмическая нагрузка вдоль ОХ (Сейсмическое);
- Загружение 8 – Сейсмическая нагрузка вдоль ОУ (Сейсмическое);
- Загружение 9 – Боковое давление грунта (постоянное).

6. Результаты статического расчета

На основании выполненного статического расчет были получены огибающие максимальных и минимальных значений усилий.

6.1 Наружная стена

На рисунках 6.1.1-6.1.8 представлены огибающие максимальные(положительные) усилия от действия приложенных нагрузок.

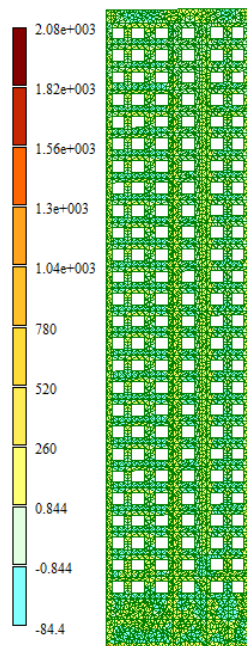


Рисунок 6.1.1 - Мозаика напряжений M_x

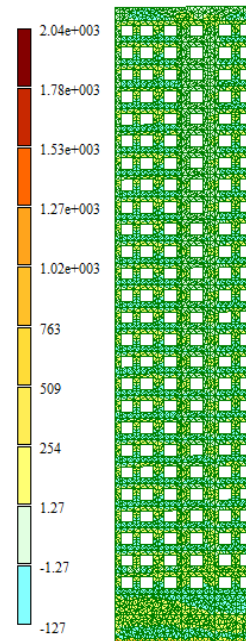


Рисунок 6.1.2 - Мозаика напряжений M_y

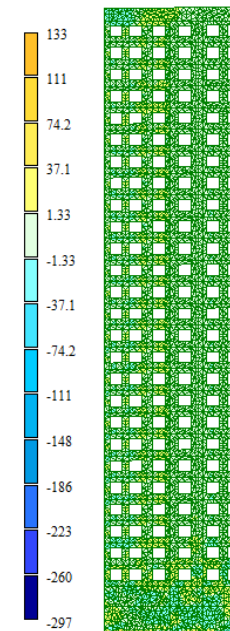


Рисунок 6.1.3 - Мозаика напряжений M_{xy}

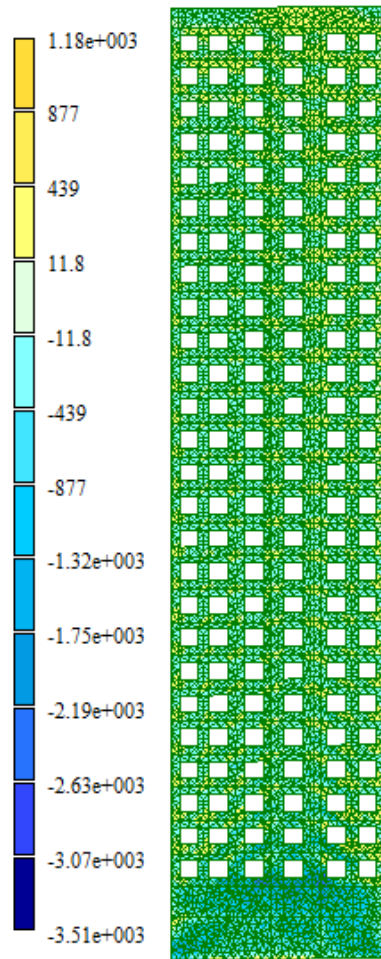


Рисунок 6.1.4 - Мозаика
напряжений N_x

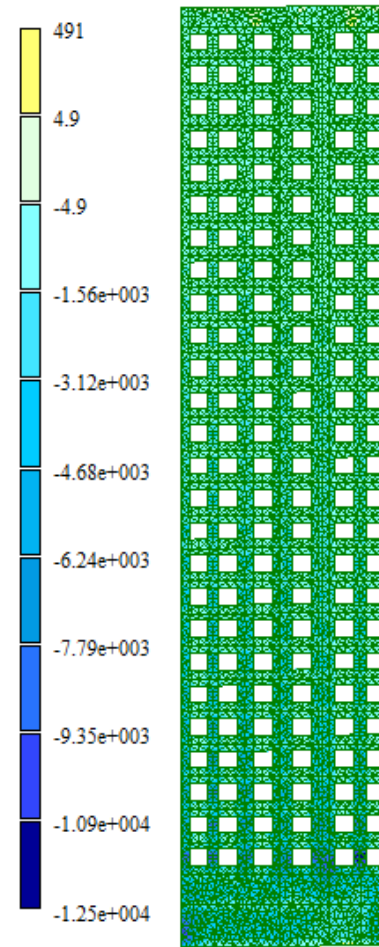


Рисунок 6.1.5 - Мозаика
напряжений N_y

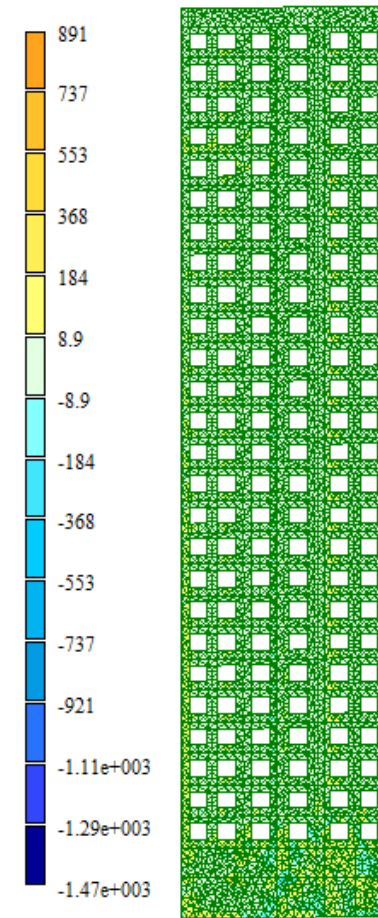


Рисунок 6.1.6 - Мозаика
напряжений Q_x

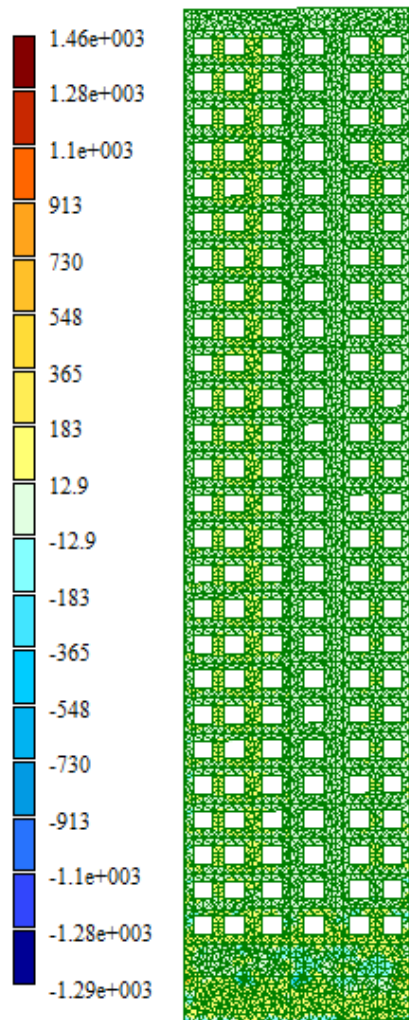


Рисунок 6.1.7 - Мозаика напряжений Q_x

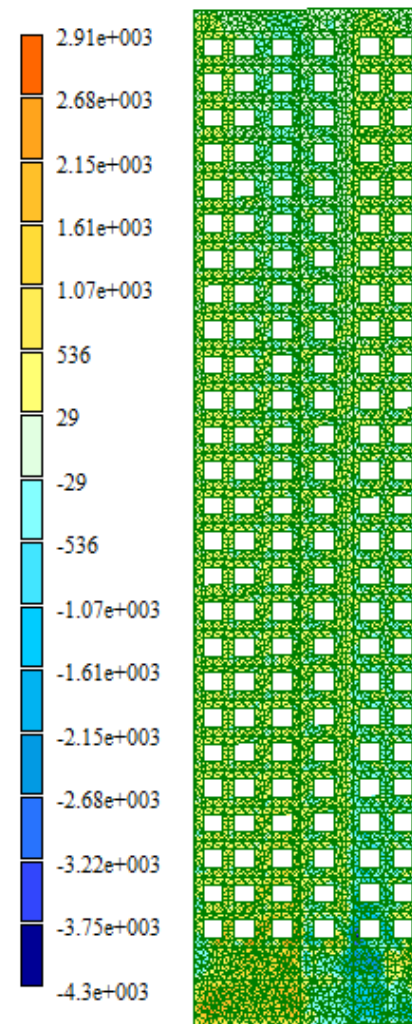


Рисунок 6.1.8 – Мозаика напряжений τ_{xy}

На рисунках 6.1.9-6.1.16 представлены огибающие минимальные(отрицательные) усилия от действия приложенных нагрузок.

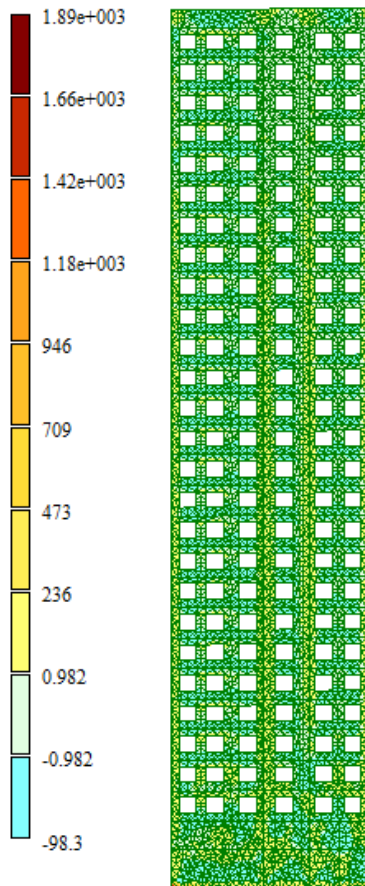


Рисунок 6.1.9 - Мозаика напряжений M_x

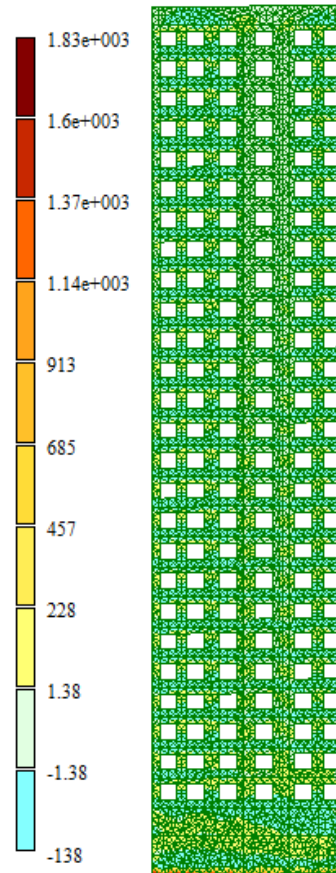


Рисунок 6.1.10 - Мозаика напряжений M_y

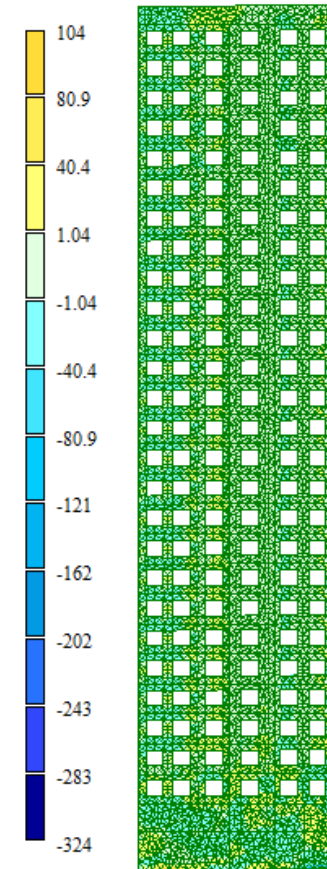


Рисунок 6.1.11 - Мозаика напряжений M_{xy}

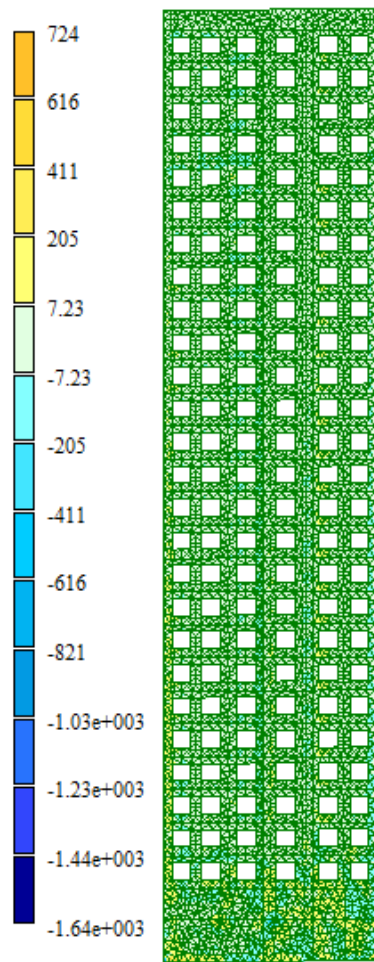


Рисунок 6.1.12 - Мозаика
напряжений Q_x

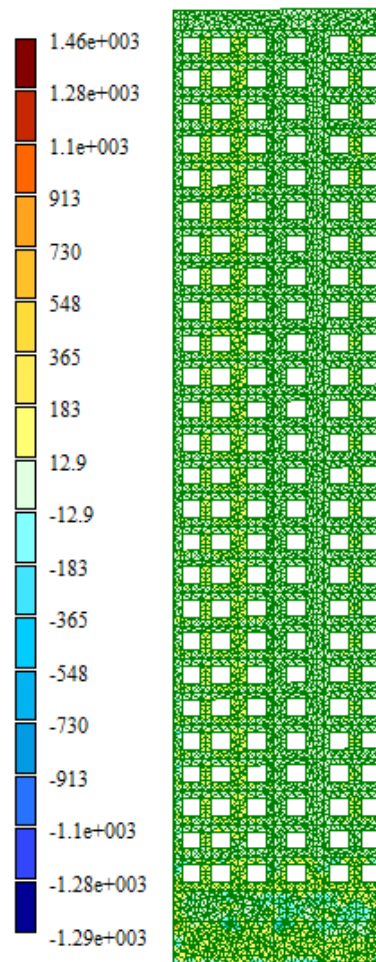


Рисунок 6.1.13 - Мозаика
напряжений Q_y

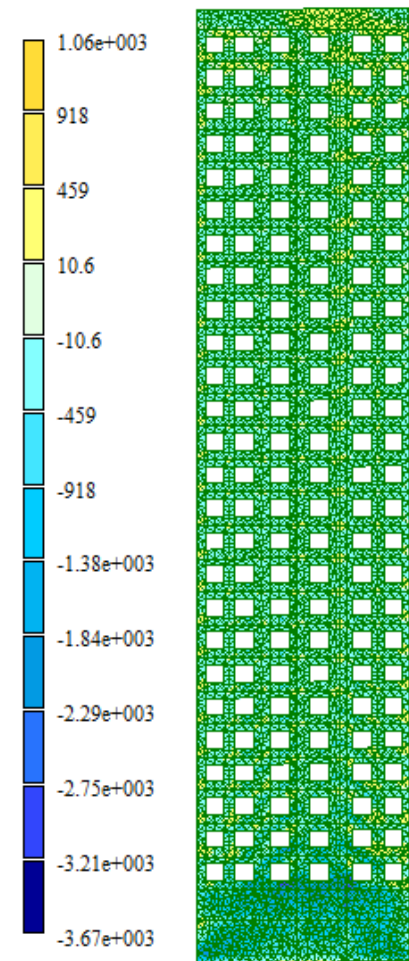


Рисунок 6.1.14 - Мозаика
напряжений N_x

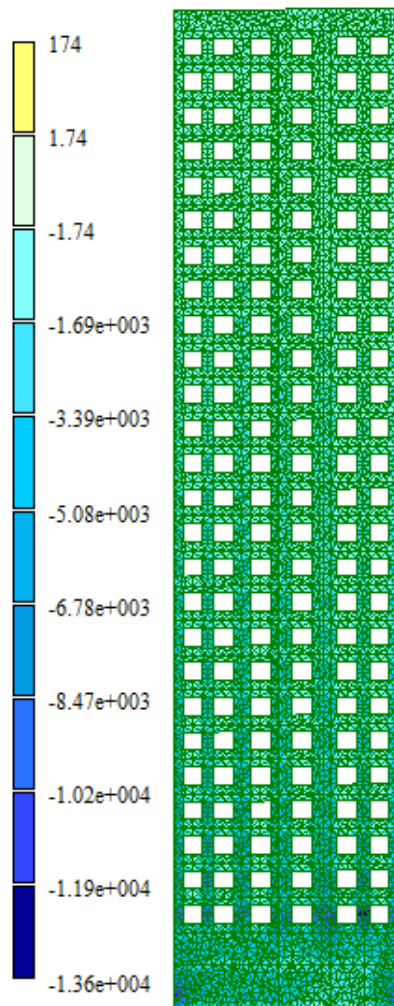


Рисунок 6.1.15 - Мозаика напряжений N_y

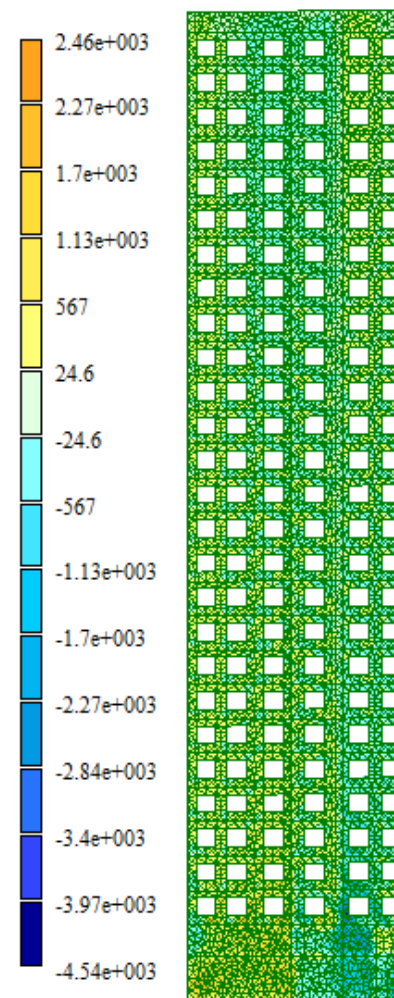


Рисунок 6.1.16 – Мозаика напряжений τ_{xy}

6.2 Плита перекрытия

На рисунках 6.2.1-6.2.8 представлены огибающие максимальные(положительные) усилия от действия приложенных нагрузок.

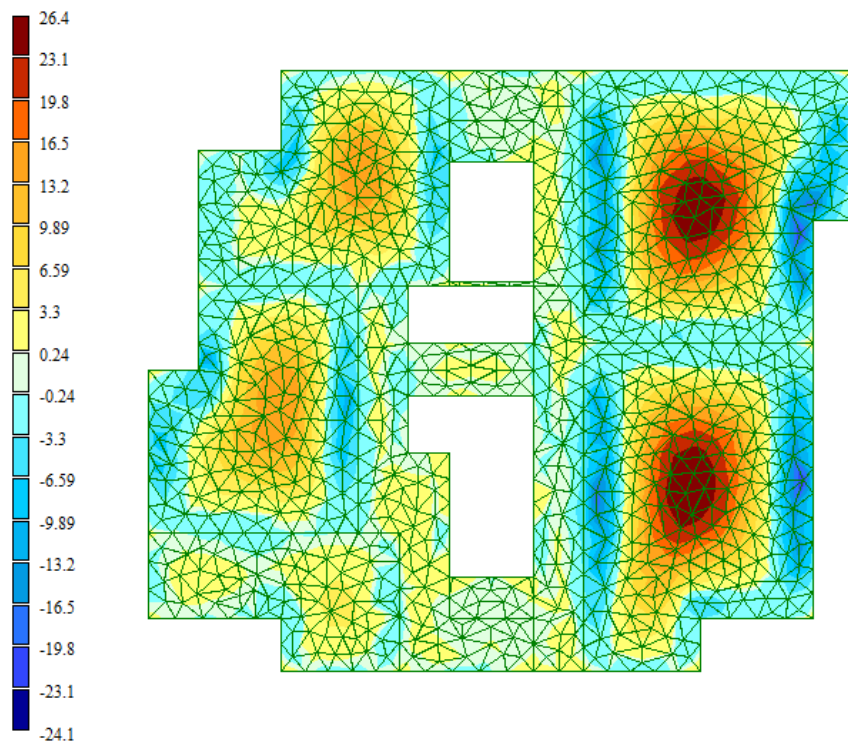


Рисунок 6.2.1 - Мозаика напряжений M_x

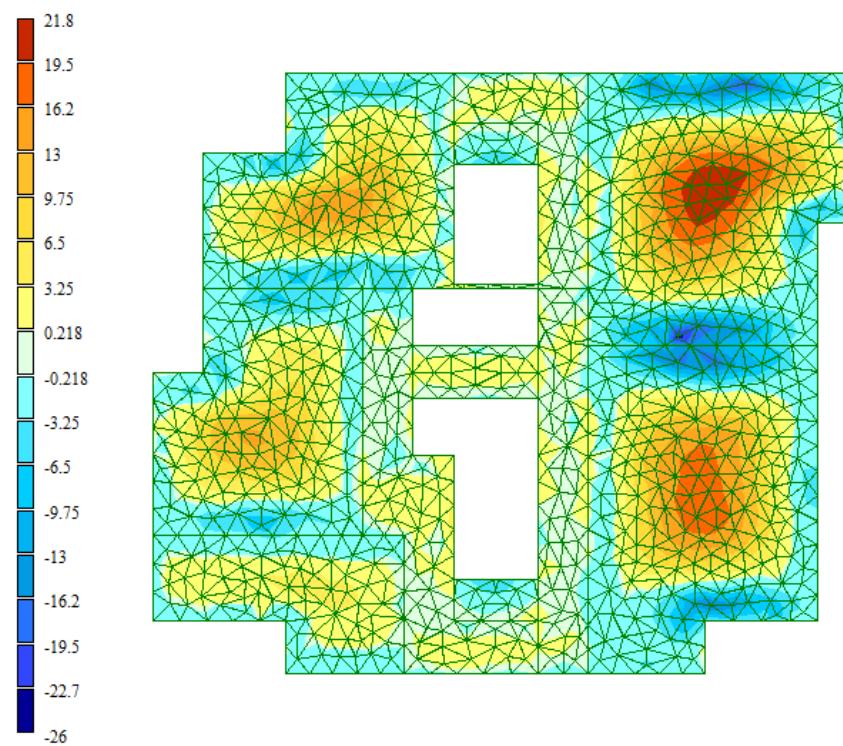


Рисунок 6.2.2 - Мозаика напряжений M_y

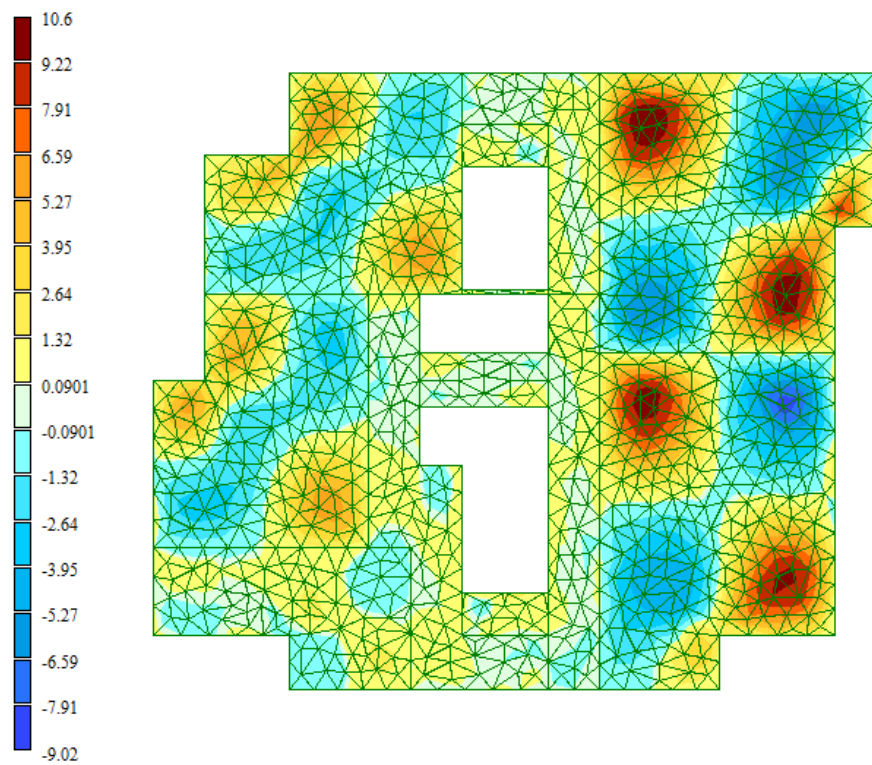


Рисунок 6.2.3 - Мозаика напряжений M_x

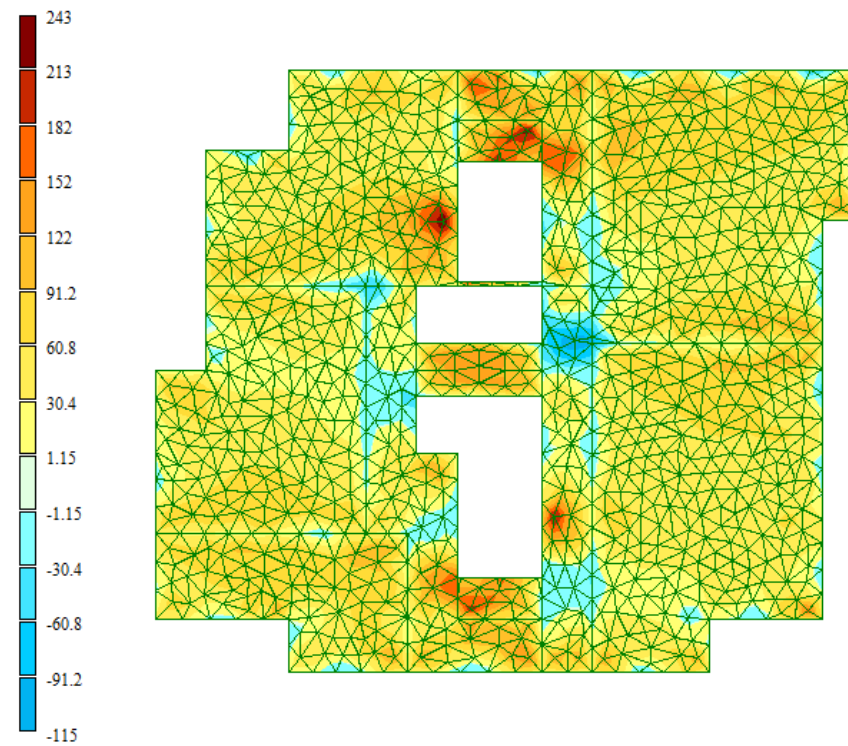


Рисунок 6.2.4 - Мозаика напряжений N_x

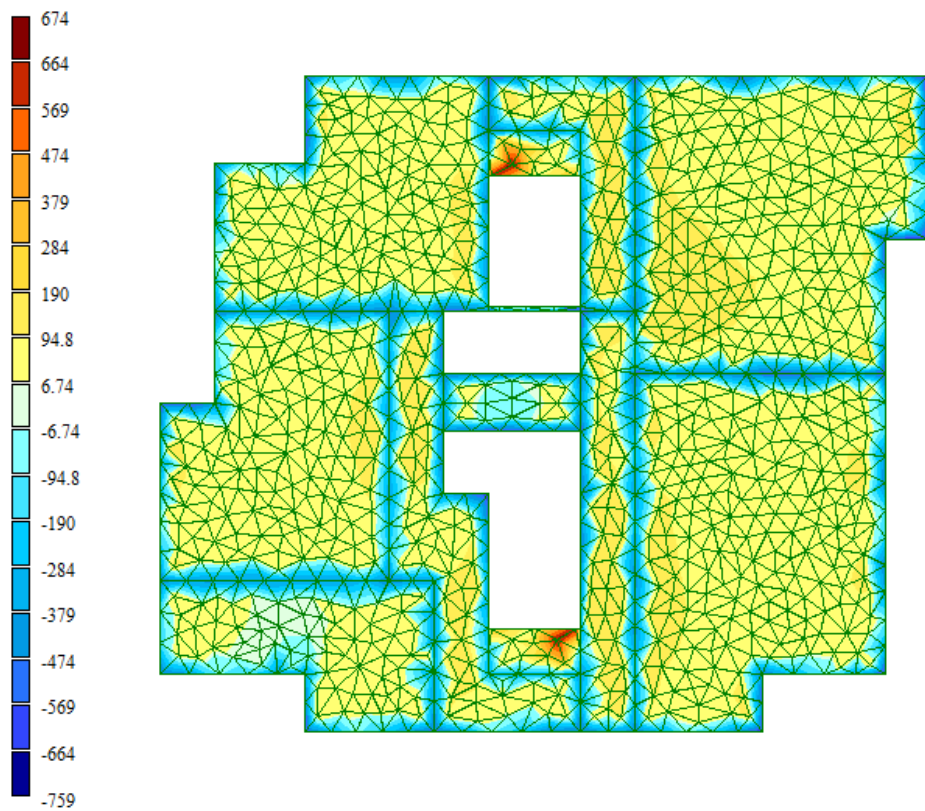


Рисунок 6.2.5 - Мозаика напряжений N_y

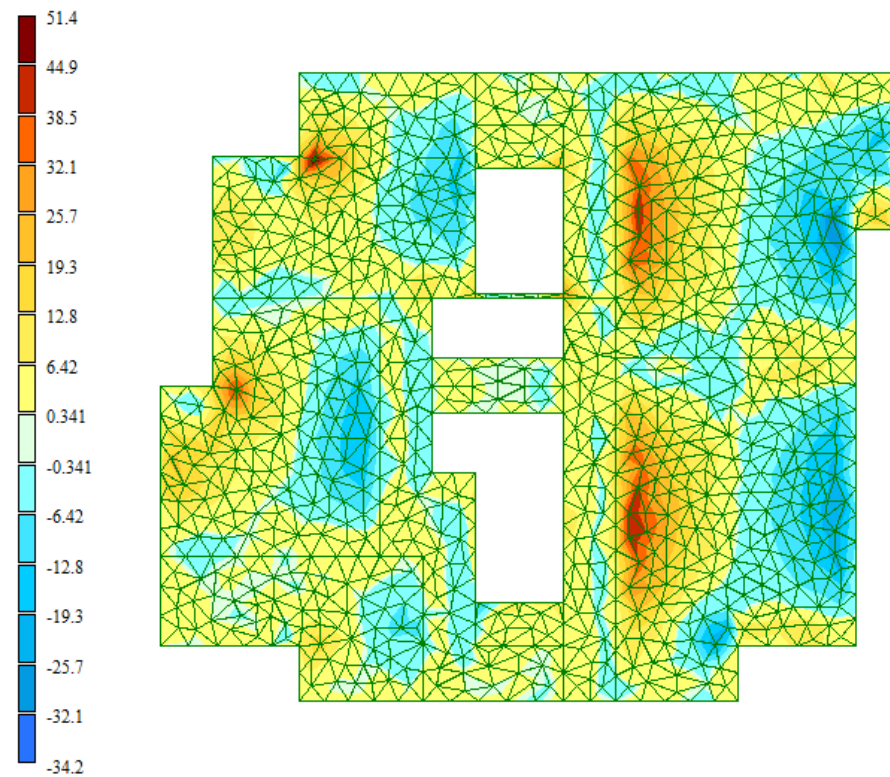


Рисунок 6.2.6 - Мозаика напряжений Q_x

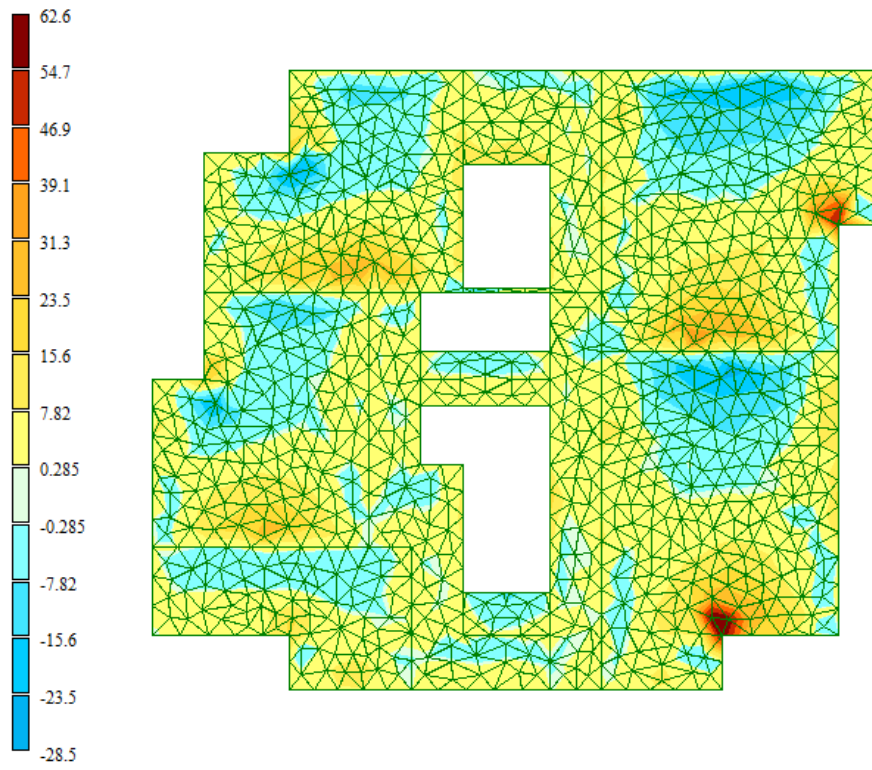


Рисунок 6.2.7 - Мозаика напряжений Q_y

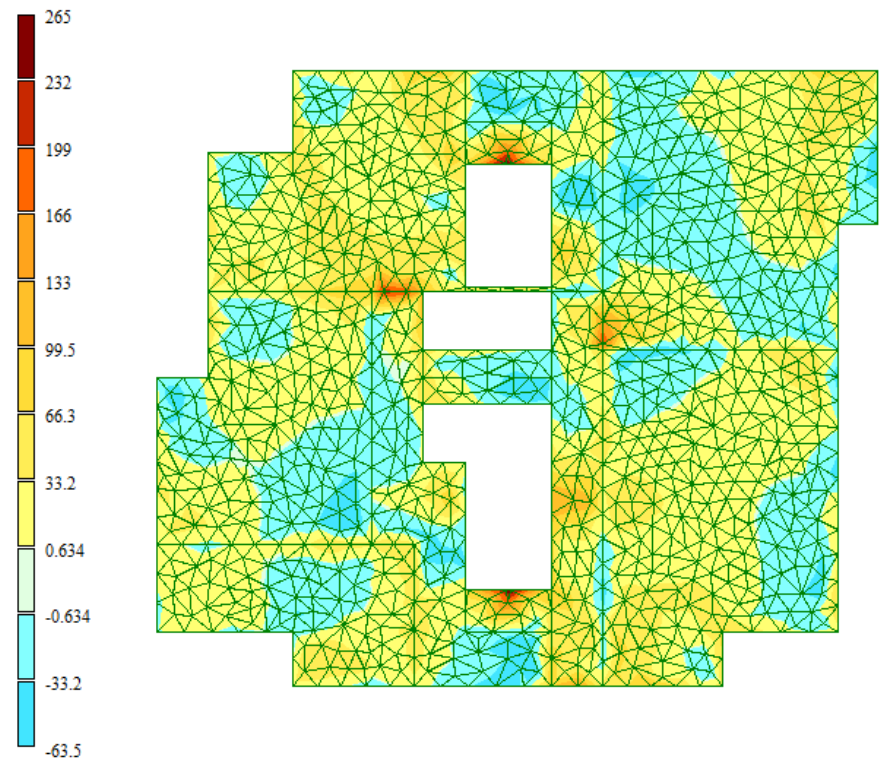


Рисунок 6.2.8 – Мозаика напряжений τ_{xy}

На рисунках 6.2.9-6.2.16 представлены огибающие минимальные(отрицательные) усилия от действия приложенных нагрузок.

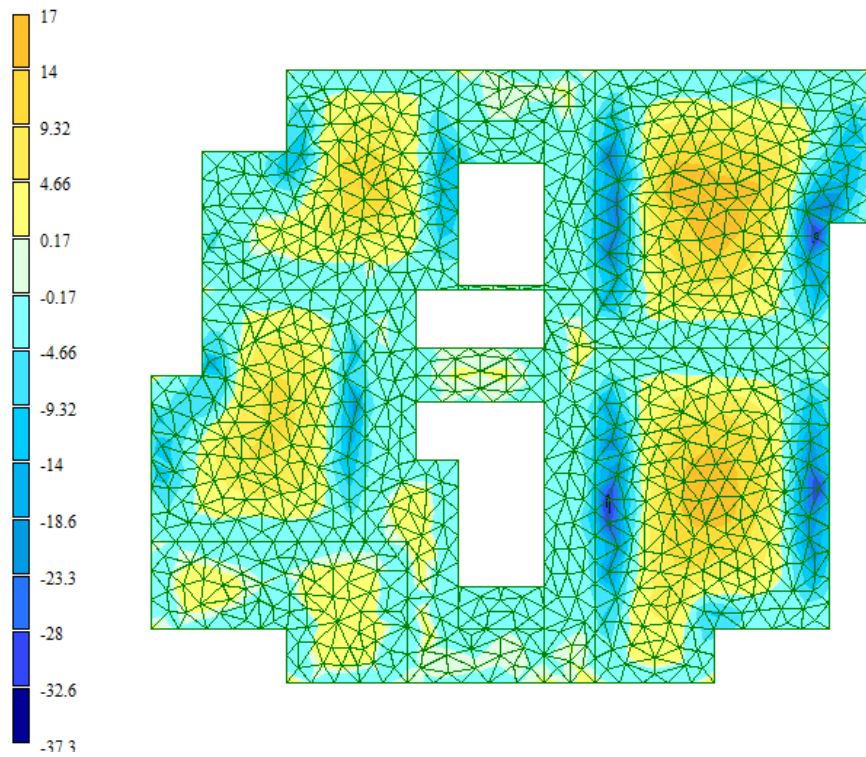


Рисунок 6.2.9 - Мозаика напряжений M_x

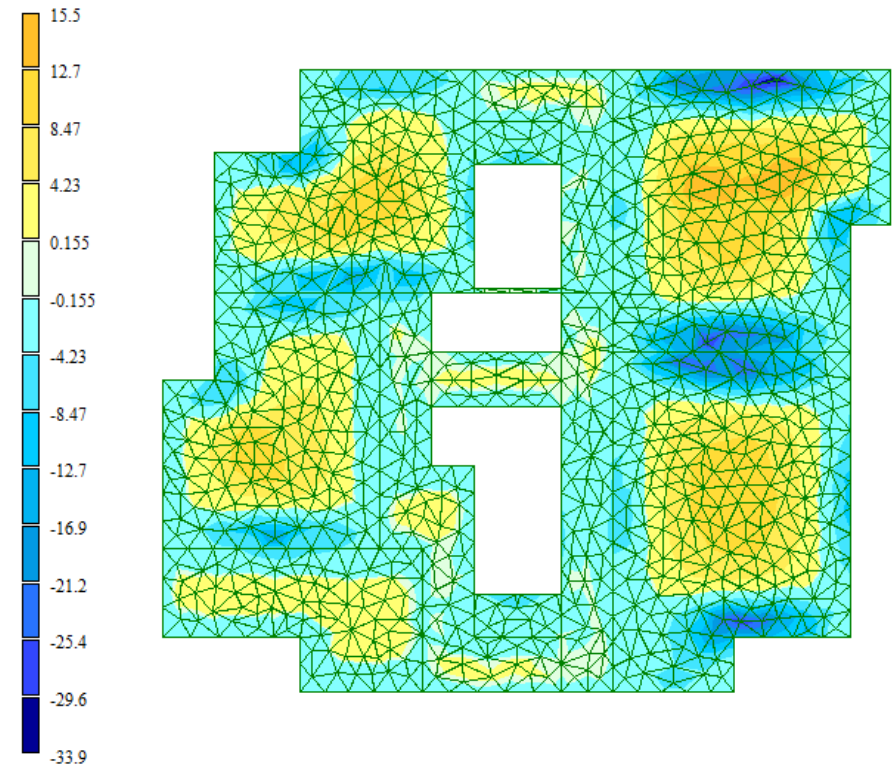


Рисунок 6.2.10 - Мозаика напряжений M_y

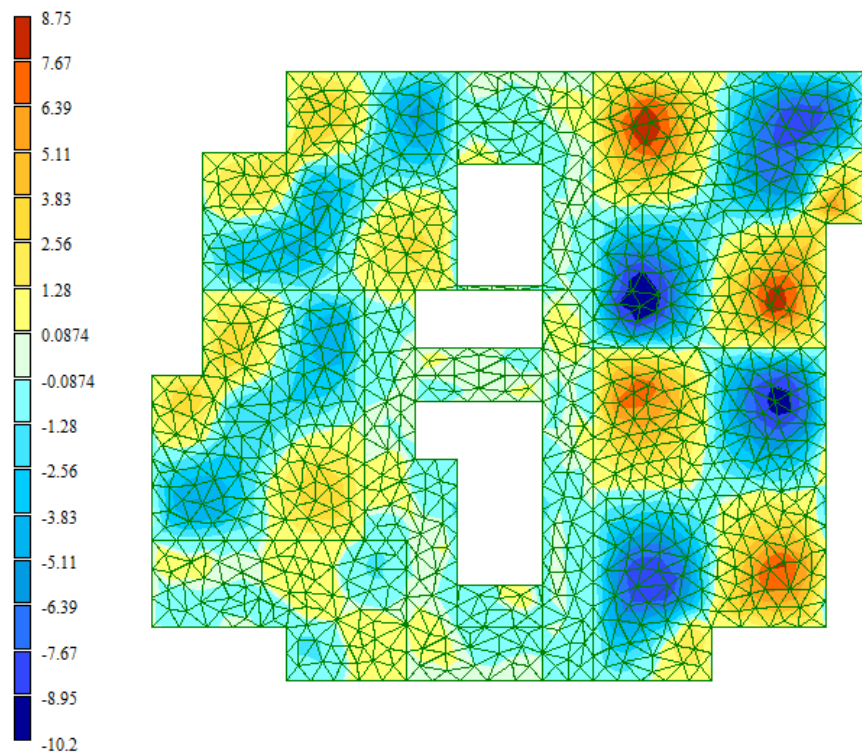


Рисунок 6.2.11 - Мозаика напряжений M_{xy}

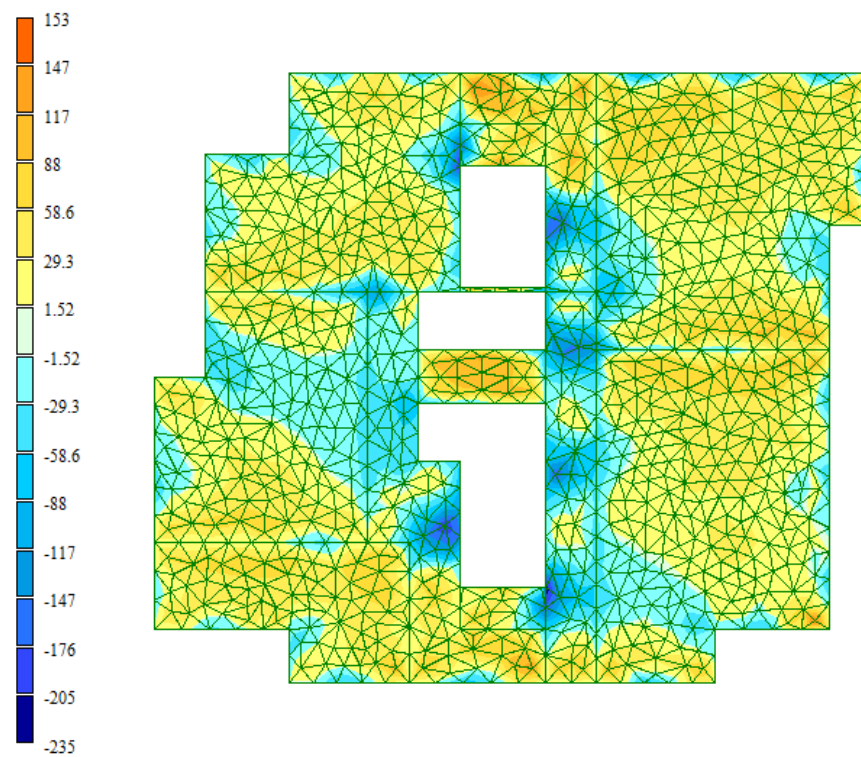


Рисунок 6.2.12 - Мозаика напряжений N_x

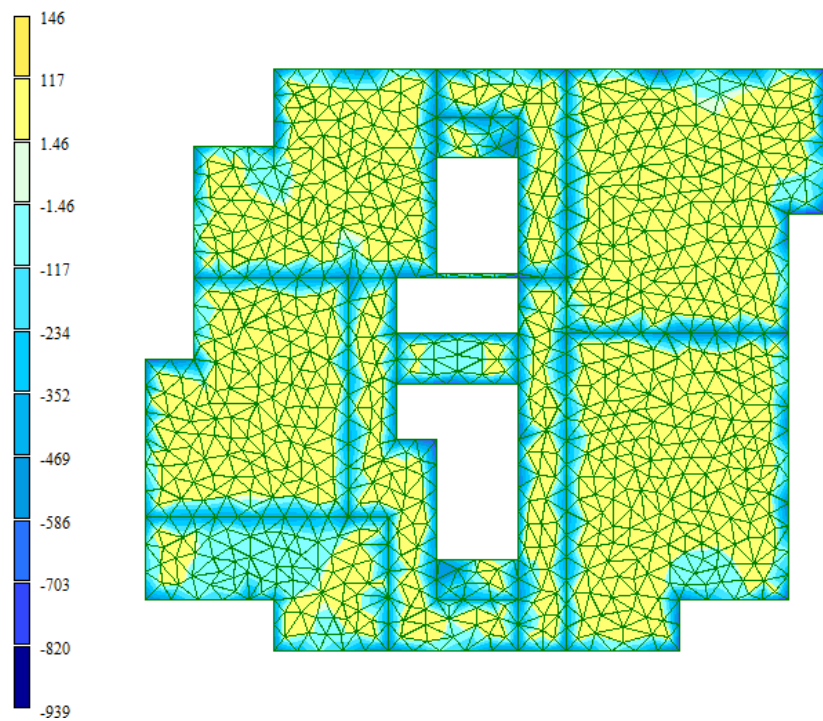


Рисунок 6.2.13 - Мозаика напряжений N_y

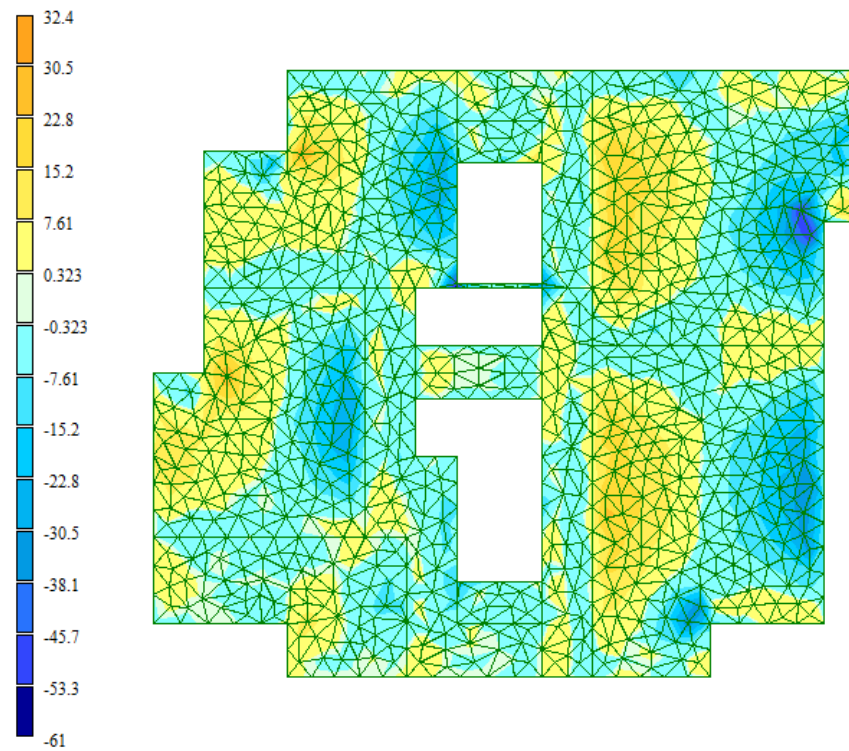


Рисунок 6.2.14 - Мозаика напряжений Q_x

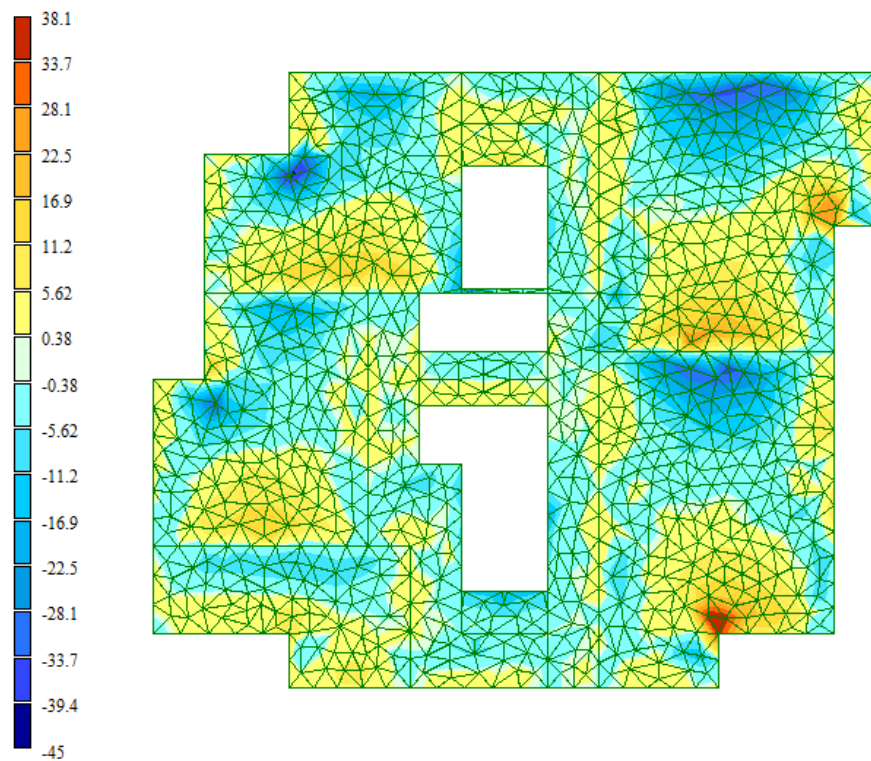


Рисунок 6.2.15 - Мозаика напряжений Q_y

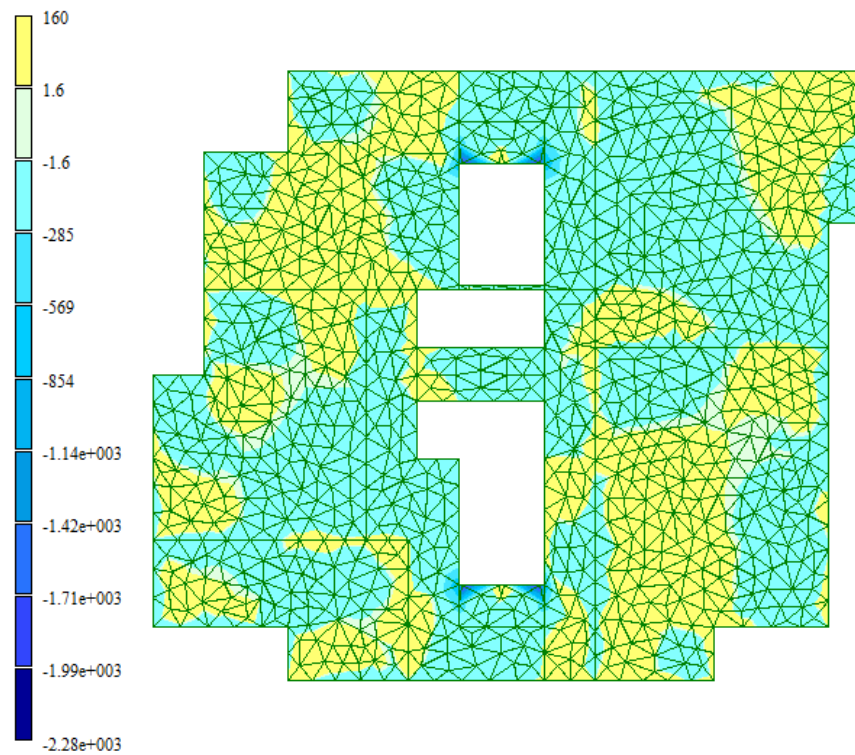


Рисунок 6.2.16– Мозаика напряжений τ_{xy}

6.3 Колонна

На рисунках 6.3.1 – 6.3.5 представлены огибающие максимальные(положительные) усилия от действия приложенных нагрузок.

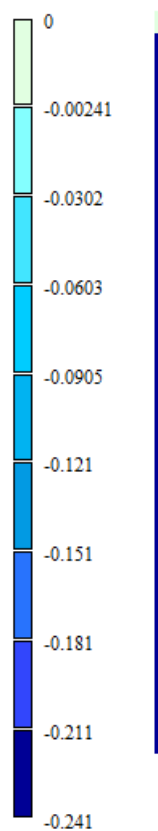


Рисунок 6.3.1 – Усилия в стержнях M_x

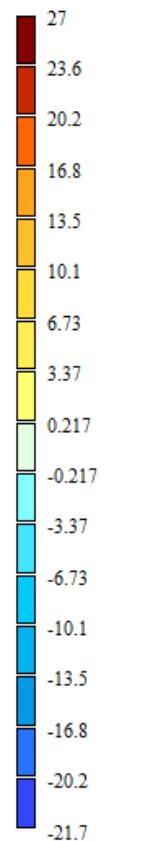


Рисунок 6.3.2– Усилия в стержнях M_y

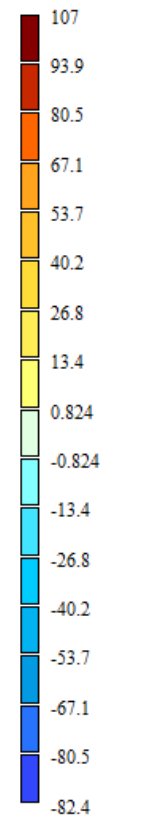


Рисунок 6.3.3 – Усилия в стержнях M_z

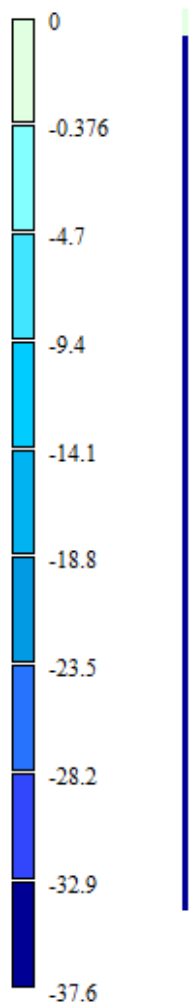


Рисунок 6.3.4 – Усилия в
 стержнях Q_y

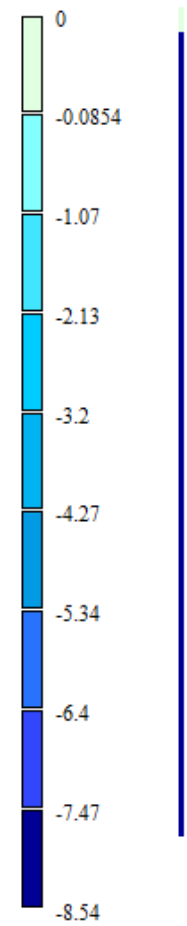


Рисунок 6.3.5 – Усилия в
 стержнях Q_z

На рисунках 6.3.6-6.3.10 представлены огибающие минимальные(отрицательные) усилия от действия приложенных нагрузок.

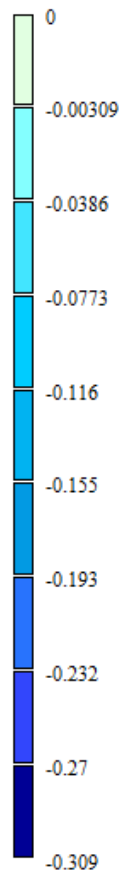


Рисунок 6.3.6 – Усилия в стержнях Мх

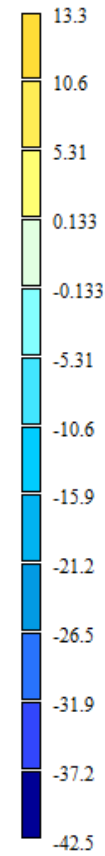


Рисунок 6.3.7 – Усилия в стержнях Му

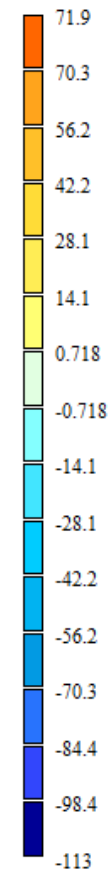


Рисунок 6.3.8 – Усилия в стержнях Мz

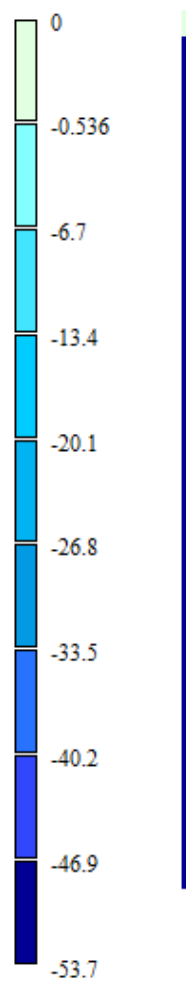


Рисунок 6.3.9 – Усилия в
стержнях Q_y

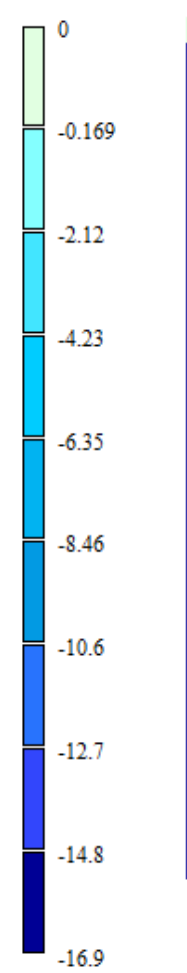


Рисунок 6.3.10 – Усилия в
стержнях Q_z

6.4 Балка

На рисунках 6.4.1-6.4.6 представлены огибающие максимальные(положительные) усилия от действия приложенных нагрузок.

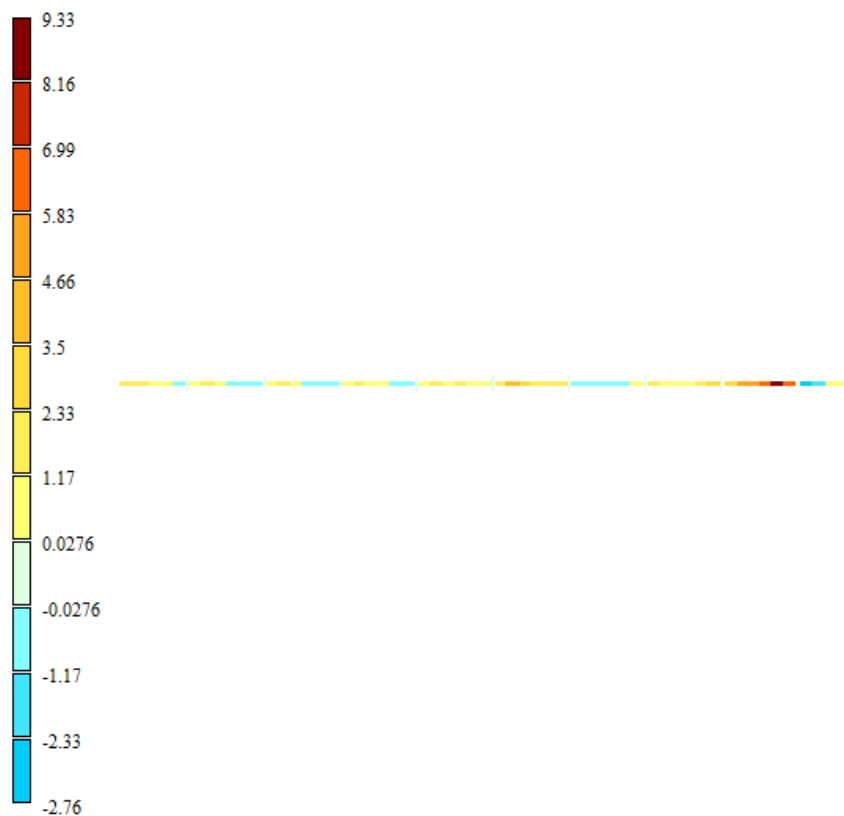


Рисунок 6.4.1 – Усилия в стержнях M_x

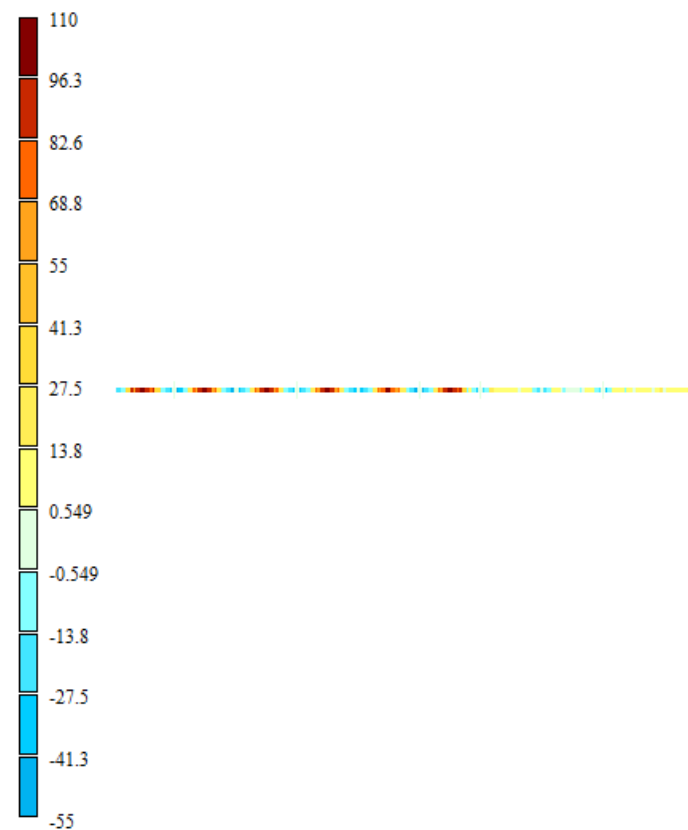


Рисунок 6.4.2 – Усилия в стержнях M_y

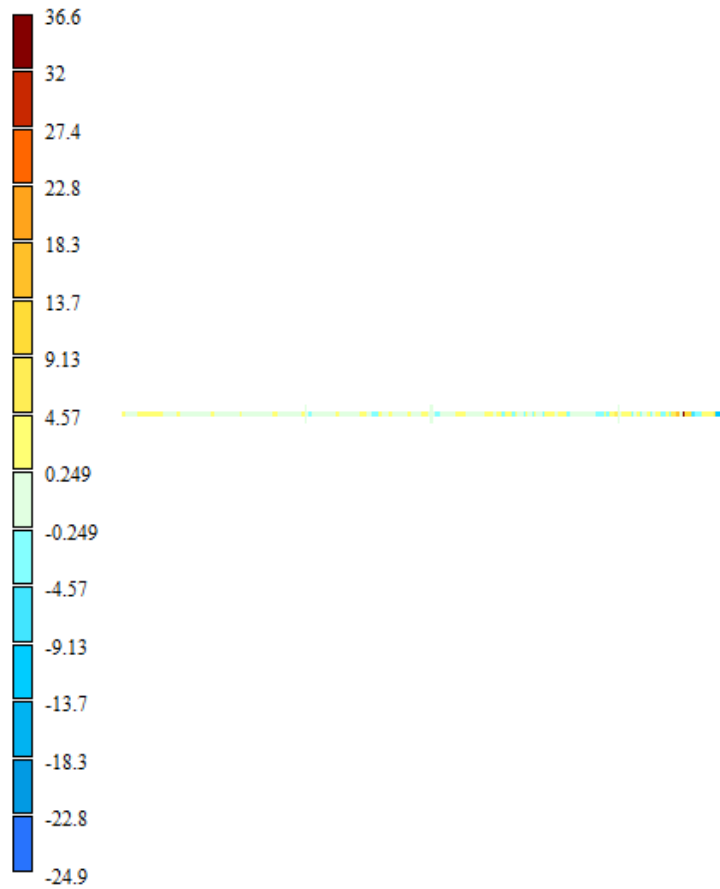


Рисунок 6.4.3– Усилия в стержнях Mz

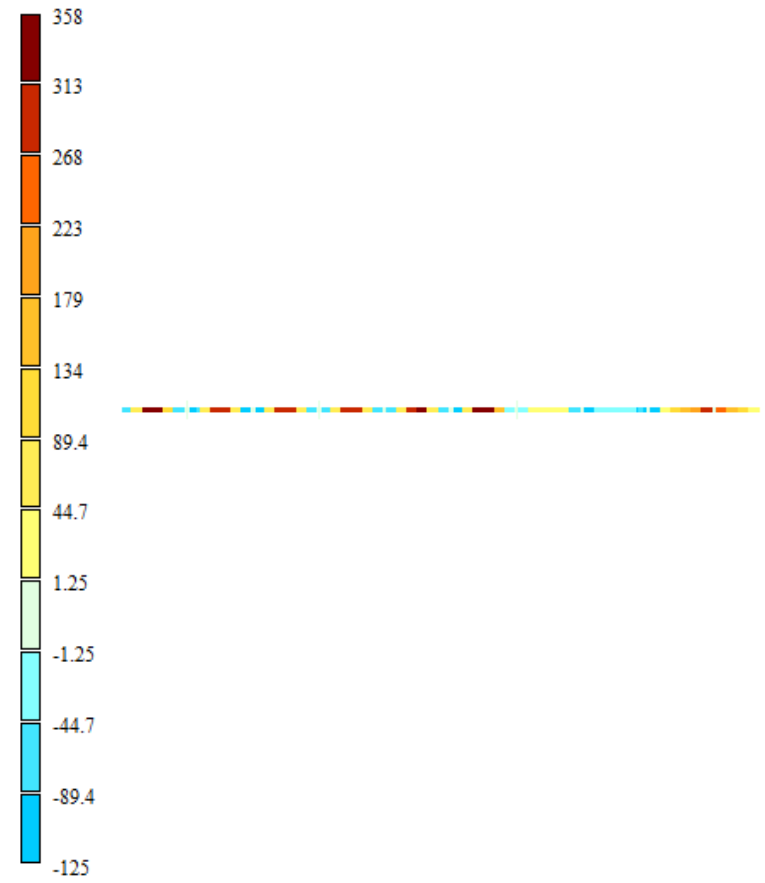


Рисунок 6.4.4 – Усилия в стержнях N

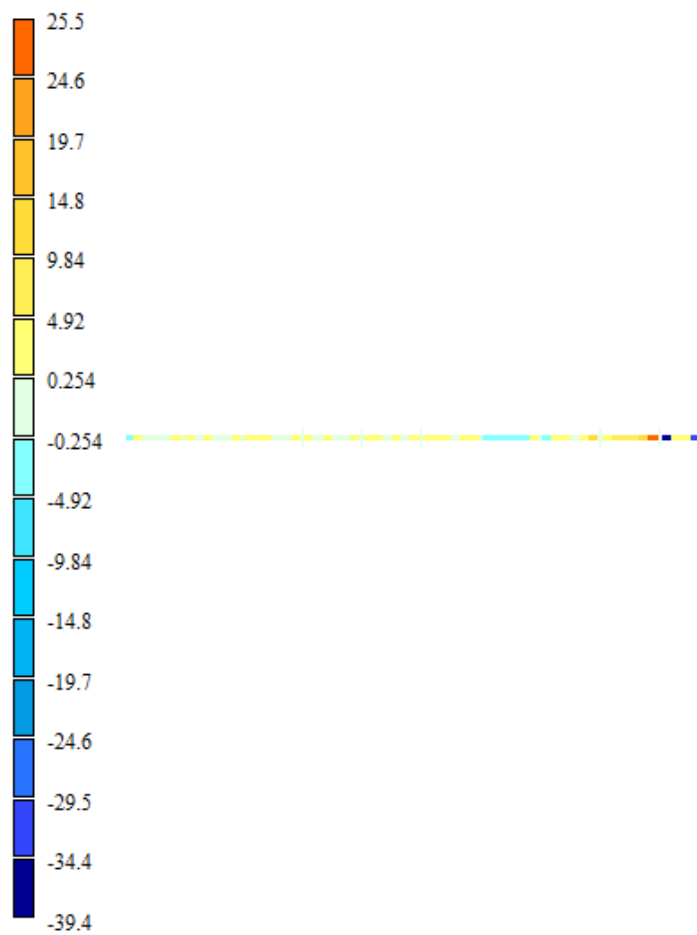


Рисунок 6.4.5 – Усилия в стержнях Qy

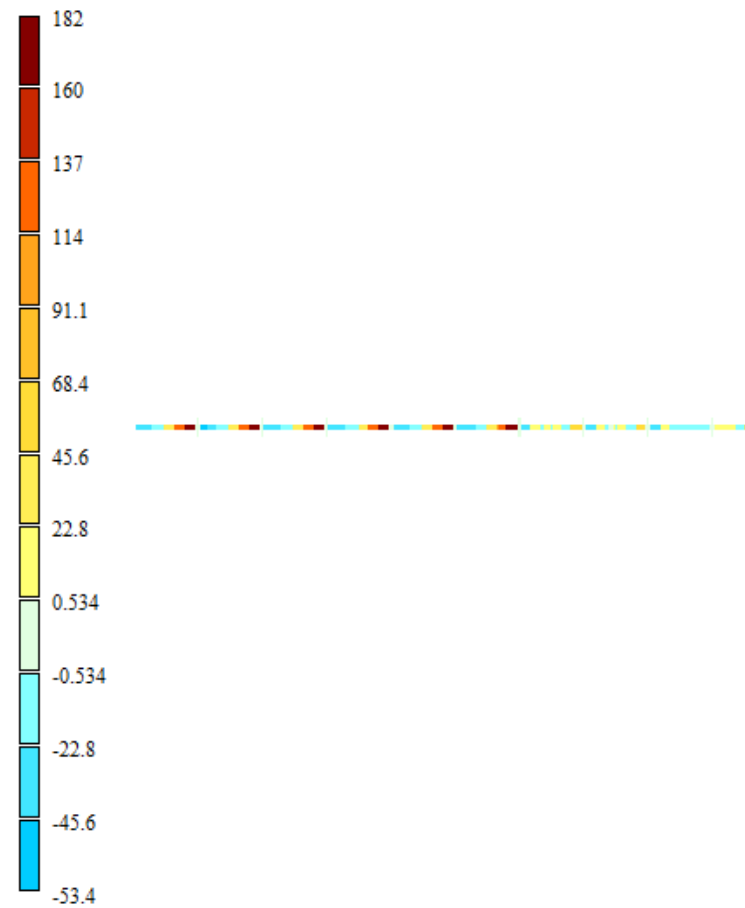


Рисунок 6.4.6 – Усилия в стержнях Qz

На рисунках 6.4.7-6.4.12 представлены огибающие минимальные(отрицательные) усилия от действия приложенных нагрузок.

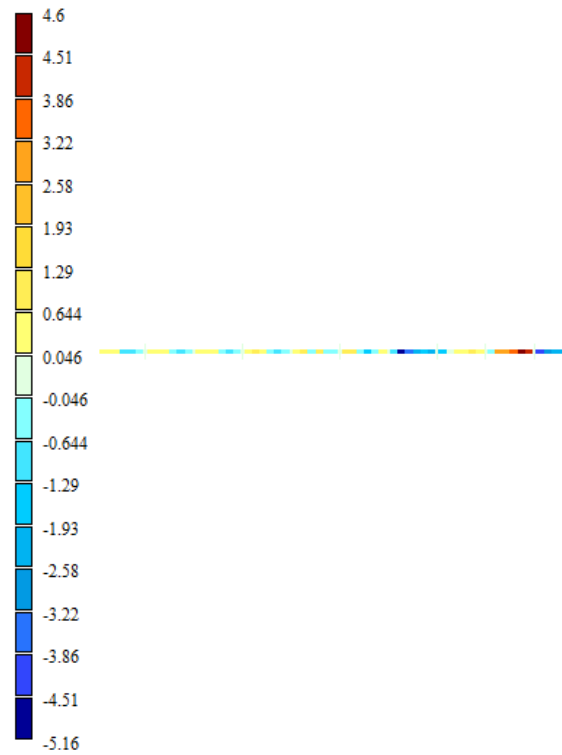


Рисунок 6.4.7 – Усилия в стержнях Мх

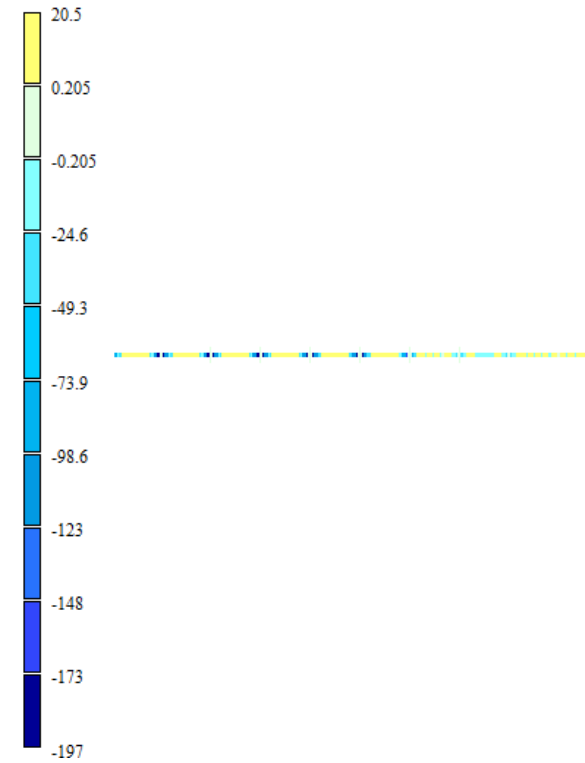


Рисунок 6.4.8 – Усилия в стержнях Му

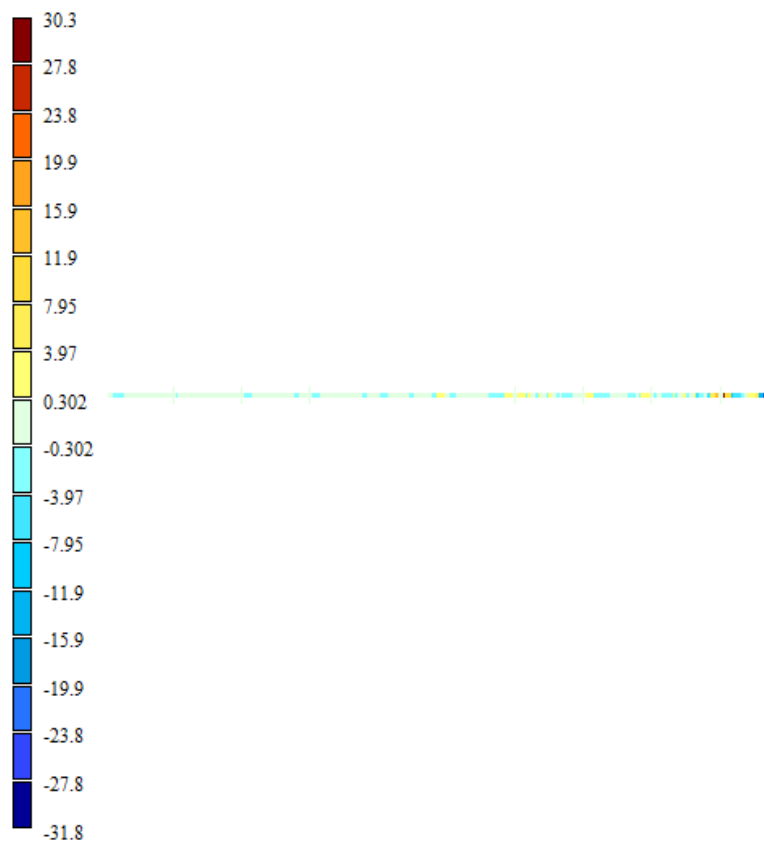


Рисунок 6.4.9– Усилия в стержнях M_z

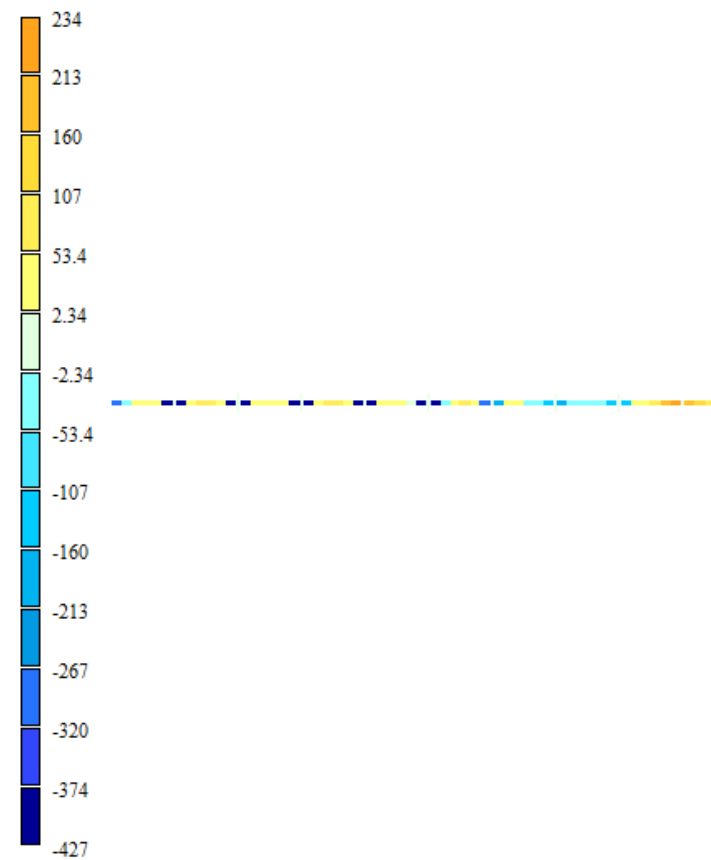


Рисунок 6.4.10 – Усилия в стержнях N

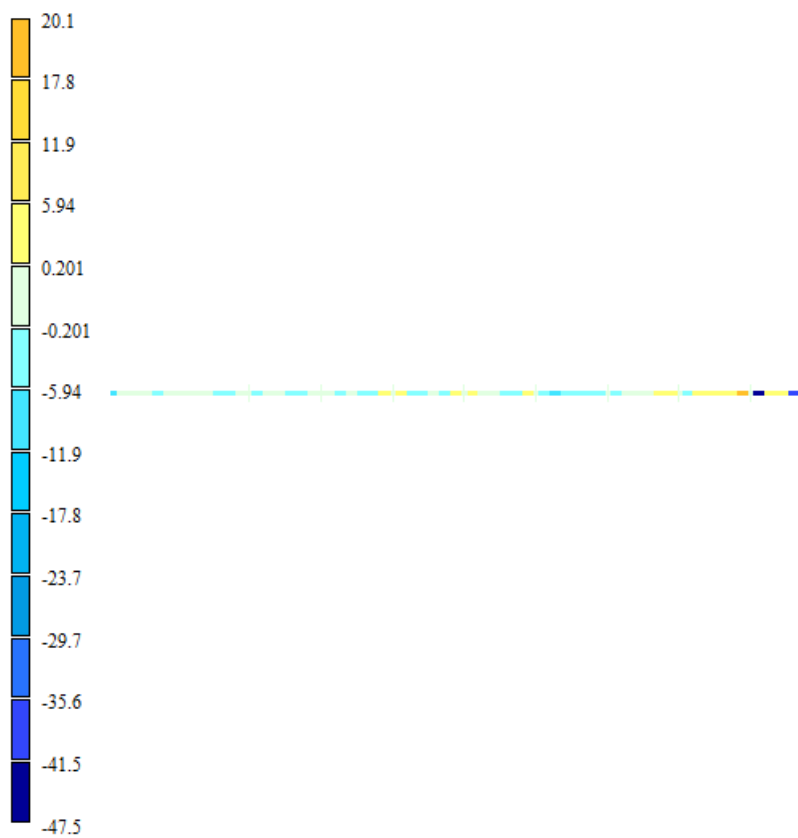


Рисунок 6.4.11 – Усилия в стержнях Q_x

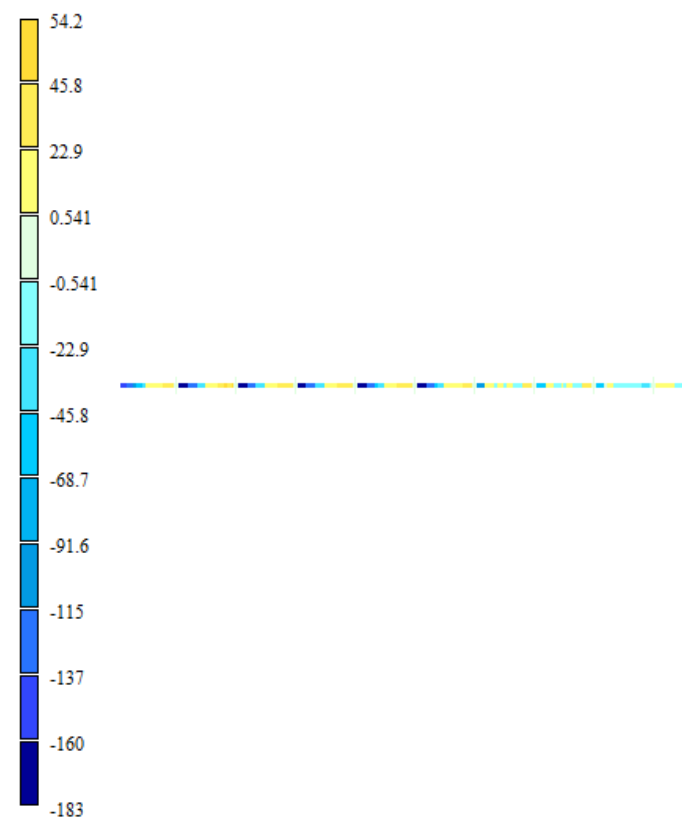


Рисунок 6.4.12 – Усилия в стержнях Q_z

7. Результаты конструктивного расчета

По результатам выполненного статического расчета и определения с помощью таблиц РСУ, величины наиболее невыгодного сочетания усилий в пластинчатых элементах (плиты перекрытия, стены), в ПК Лири-САПР 2019 был выполнен конструктивный расчет элементов.

7.1 Плита перекрытия

По результатам конструктивного расчета были получены мозаики армирования, представленные на рисунках 7.1.1 – 7.1.4. На мозаиках представлены результаты требуемых диаметров арматуры А400 при шаге 200 мм и величин необходимого суммарного сечения арматуры в плитах перекрытия по нижнему и верхнему слою армирования.

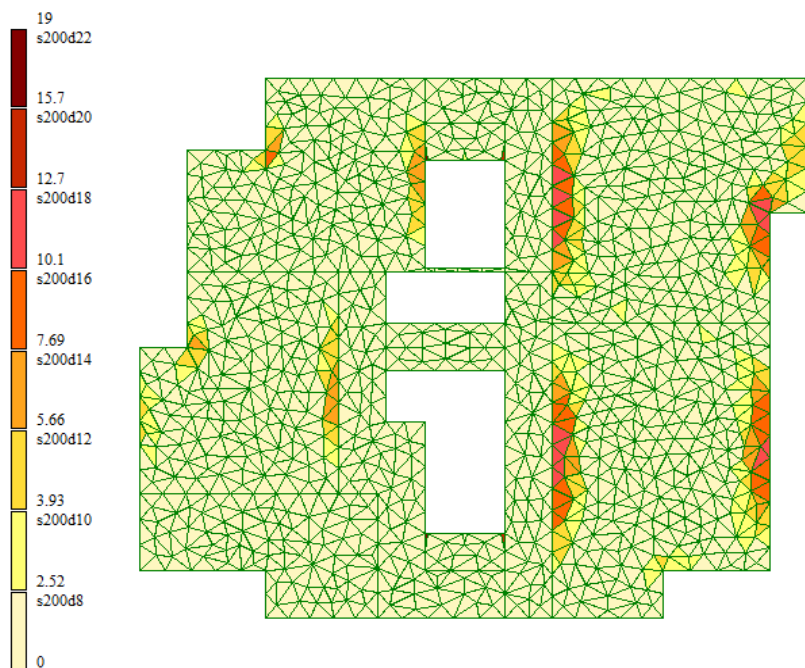


Рисунок 7.1.1 - Схема армирования плит перекрытий по оси X (у верхней грани)

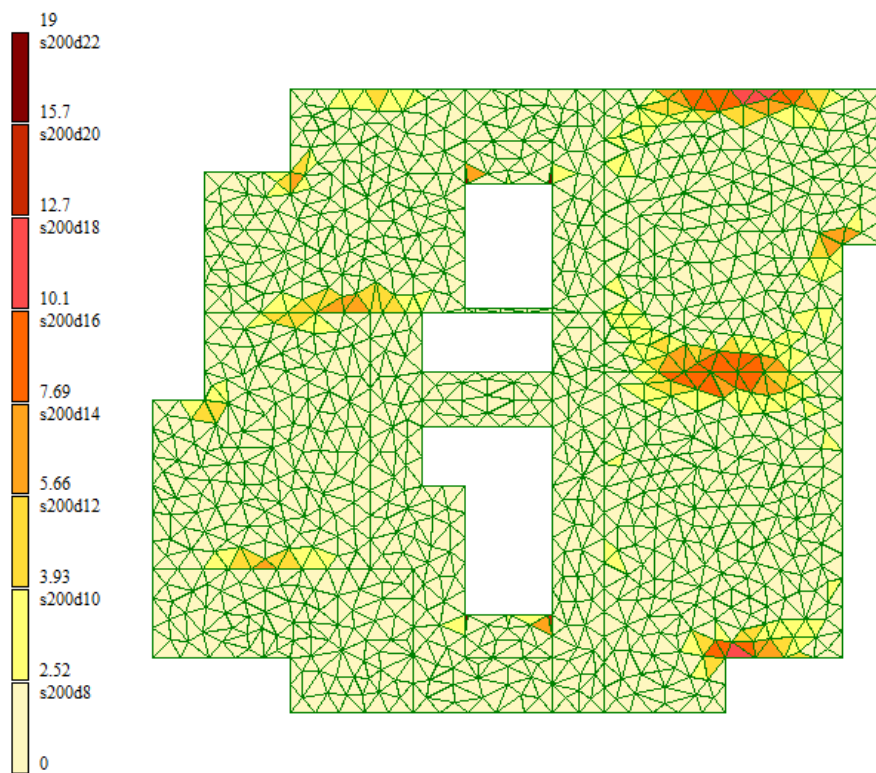


Рисунок 7.1.2 - Схема армирования плит перекрытий по оси Y (у верхней грани)

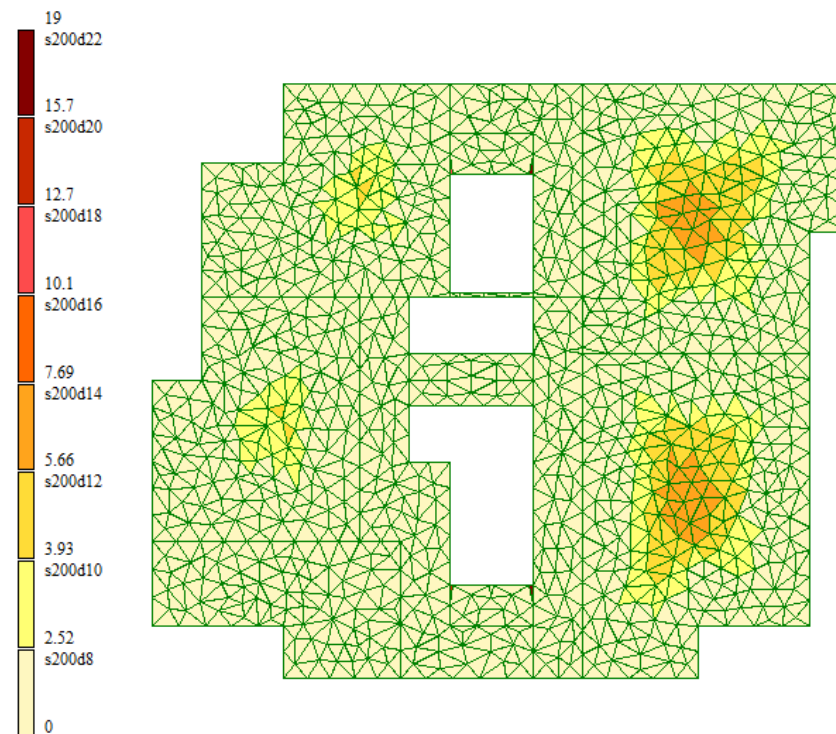


Рисунок 7.1.3 - Схема армирования плит перекрытий по оси X (у нижней грани)

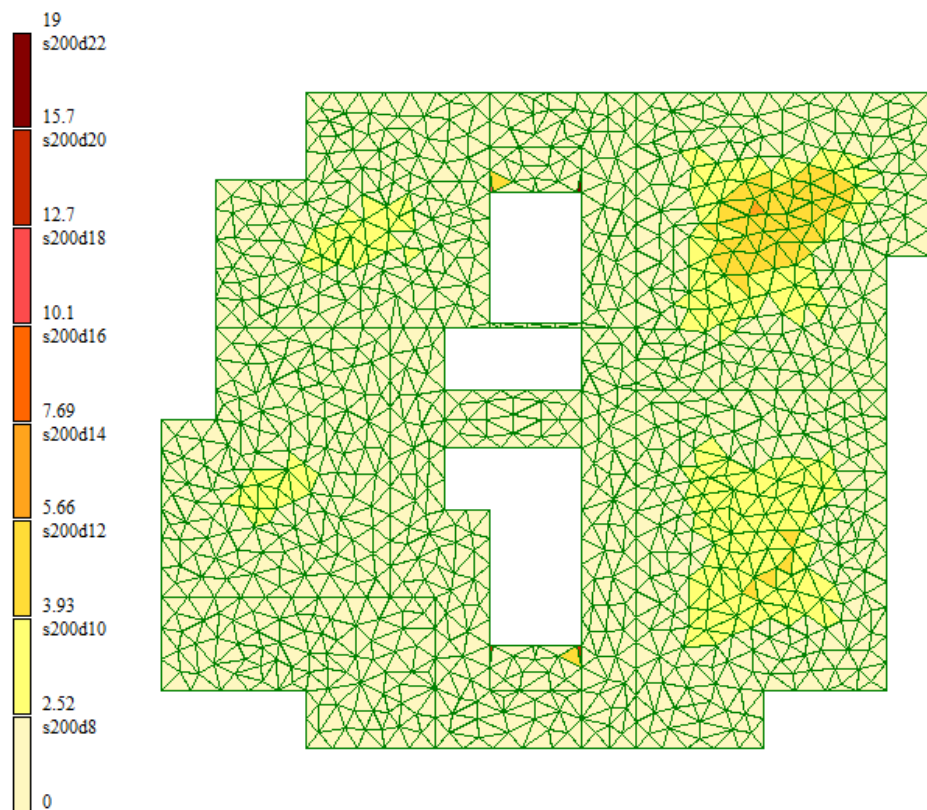


Рисунок 7.1.4 - Схема армирования плит перекрытий по оси Y (у нижней грани)

Вывод: для обеспечения необходимой и достаточной прочности при строительстве используем армирование верхней и нижней части плиты перекрытий Ø16 шагом 200 мм.

7.2 Результаты конструктивного расчета стены

По результатам конструктивного расчета были получены мозаики армирования, представленные на рисунках. На мозаиках представлены результаты требуемых диаметров арматуры А400 при шаге 200 мм и величин необходимого суммарного сечения арматуры в стенах по нижнему и верхнему слою армирования

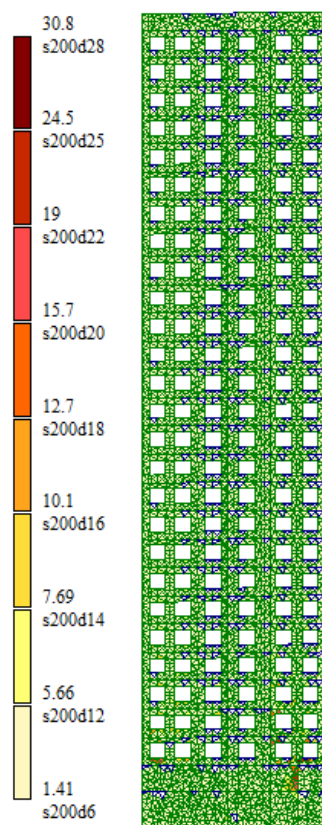


Рисунок 7.2.1 - Схема армирования стен по оси X (у верхней грани)

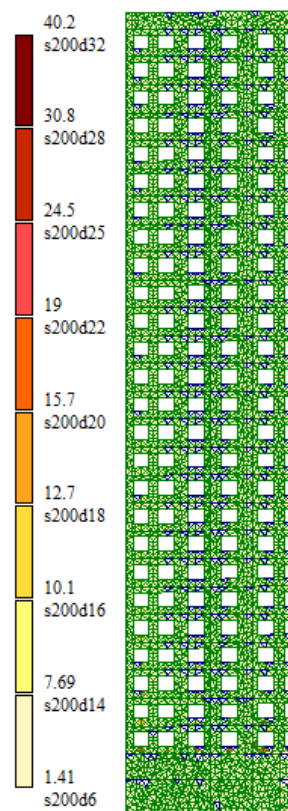


Рисунок 7.2.2 - Схема армирования стен по оси Y (у верхней грани)

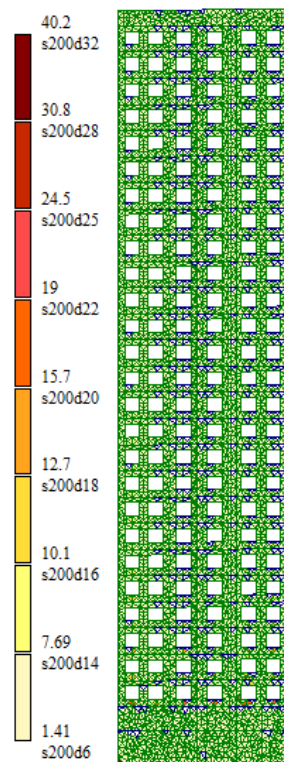


Рисунок 7.2.3 - Схема армирования стен по оси X (у нижней грани)

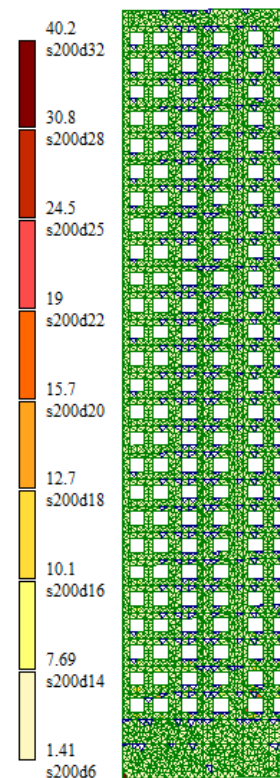


Рисунок 7.2.4 - Схема армирования стен по оси Y (у нижней грани)

Вывод: для обеспечения необходимой и достаточной прочности при строительстве используем армирование стен по наружной и внутренней части Ø16 шагом 200 мм.

7.3 Результаты конструктивного колонны

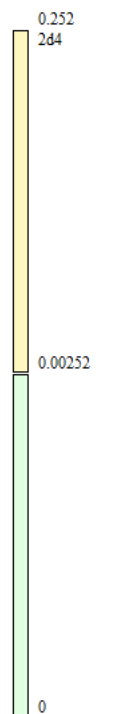


Рисунок 7.3.1 - Схема армирования колонны по верхней грани

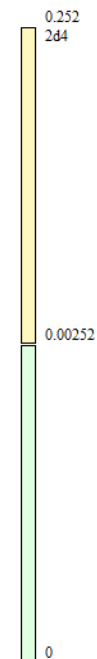


Рисунок 7.3.2 - Схема армирования колонны по нижней грани

Вывод: для обеспечения необходимой и достаточной прочности при строительстве будут использоваться монолитные колонны сечением 400x400 мм с армированием 4 продольных стержней $\varnothing 12$, т.к. согласно СП 63.13330.2018 минимальный диаметр продольных стержней колонны сечением 400x400 мм будет 12 мм.

7.4 Результаты конструктивного балки

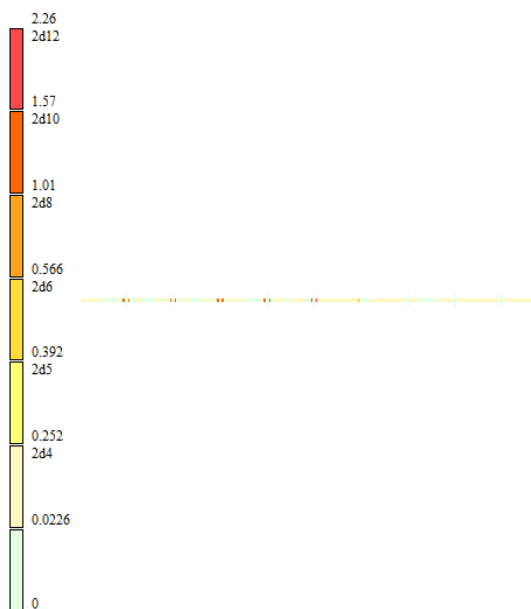


Рисунок 7.4.1 - Схема армирования балки
по верхней грани

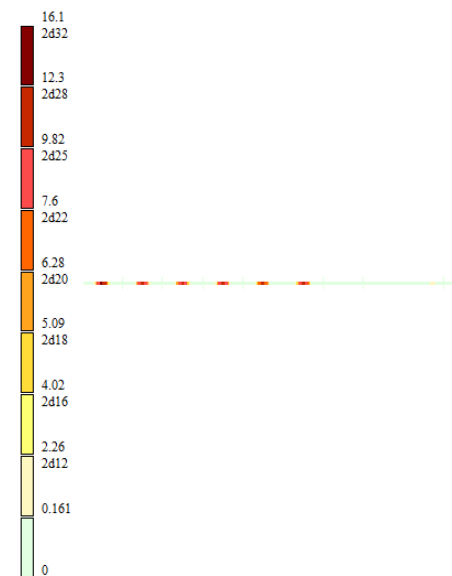


Рисунок 7.4.2 - Схема армирования балки
по нижней грани

Вывод: для обеспечения необходимой и достаточной прочности при строительстве будут использоваться монолитные балки сечением 400x400 мм с армированием 2 продольных стержней по верхней грани $\varnothing 12$, по нижней $\varnothing 32$. с шагом 200 мм.

8. Расчет фундамента

Для оценки несущей способности грунта и вычисления осадки фундамента в системе ГРУНТ на основании данных о скважинах см. рис. 5.

| № ИГЭ | Усл. обозн. | Наименование грунта | Цвет | Модуль деформации, кН/м ² | Кoeffициент Пуассона | Удельный вес грунта, кН/м ³ | Кoeffициент перехода ко 2 модулю деформации | Природная влажность, доли | Показатель текучести IL | Вода Лёсс | Кoeffициент пористости e | Удельное сцепление Rc, кН/м ² | Угол внутреннего трения Fi, ° | Предельное напряжение растяжения Rs, кН/м ² | Кoeffициент Савинова Co, кН/м ³ | Кoeffициент пропорциональности K, тс/м ² *4 и код грунта |
|-------|-------------|----------------------|------|--------------------------------------|----------------------|--|---|---------------------------|-------------------------|-----------|--------------------------|--|-------------------------------|--|--|---|
| 1 | | Насыпной | | 9806.65 | 0.3 | 17.652 | 5 | 0.05 | | | 0.623 | 4.90332 | 16 | 0.980665 | 0 | 1400 S1 |
| 2 | | Суглинок текучий | | 4000 | 0.35 | 17 | 5 | 0.317 | 1.01 | W | 0.901 | 10 | 15.6 | 0.196133 | 0 | 700 Lf |
| 3 | | Суглинок полутвердый | | 25200 | 0.35 | 18 | 5 | 0.209 | 0.09 | W | 0.586 | 23.2 | 21.4 | 1.56906 | 0 | 1200 Ls |
| 4 | | Суглинок твердый | | 30500 | 0.35 | 18 | 5 | 0.166 | 0 | | 0.499 | 28 | 22.2 | 3.92266 | 0 | 2400 Lh |
| 5 | | Галечниковый грунт | | 43700 | 0.3 | 18.8288 | 5 | 0.55 | 0.16 | | 0.365 | 7.3 | 29 | 9.80665 | 0 | 1200 S1 |

Рисунок 4 – Характеристики грунта

| N | Наименование | Абс. отм. подошвы | Мощность слоя | Глубина залегания |
|---|---------------|-------------------|---------------|-------------------|
| 1 | Насыпной... | -0.05 | 1.70 | 1.70 |
| 5 | Галечников... | -1.25 | 1.20 | 2.90 |
| 2 | Суглинок... | -3.35 | 2.10 | 5.00 |
| 3 | Суглинок... | -6.55 | 3.20 | 8.20 |
| 4 | Суглинок... | -18.35 | 11.80 | 20.00 |

Рисунок 5 - Скважина

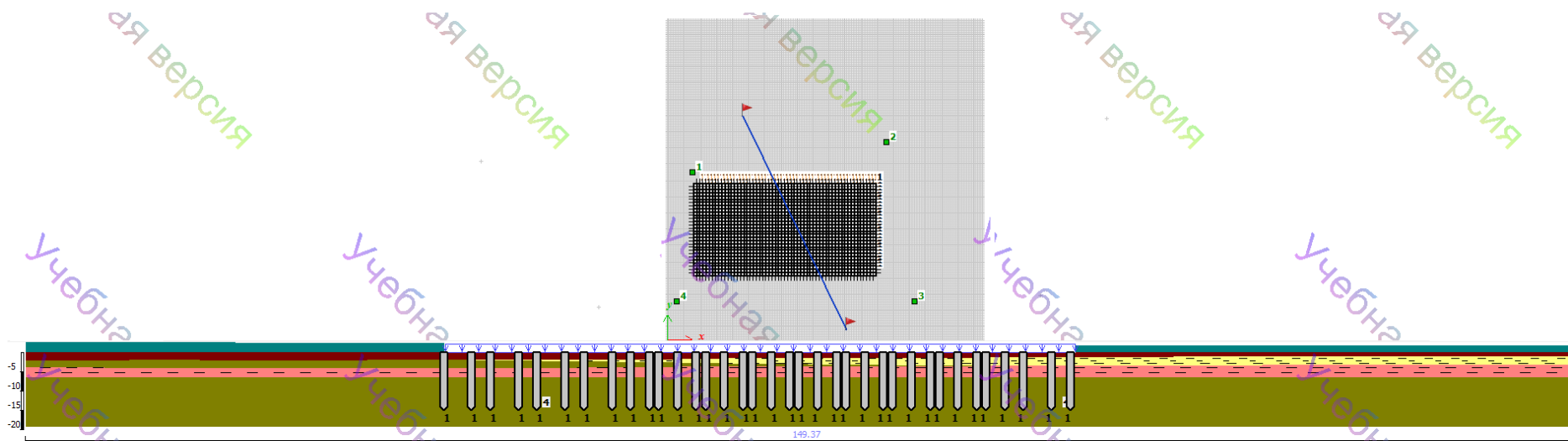


Рисунок 6 – Разрез грунта

8.1 Результаты статического расчета фундаментной плиты

На рисунках 8.1.1-8.1.8 представлены огибающие максимальные(положительные) усилия от действия приложенных нагрузок.

PCU расчетные. Огибающая максимальных значений (Таблица Импорт из САПФИР-СП 20.13330.2011 (РФ) (по умолчанию))
Изополю напряжений по Mx
Единицы измерения - (кН*м)/м

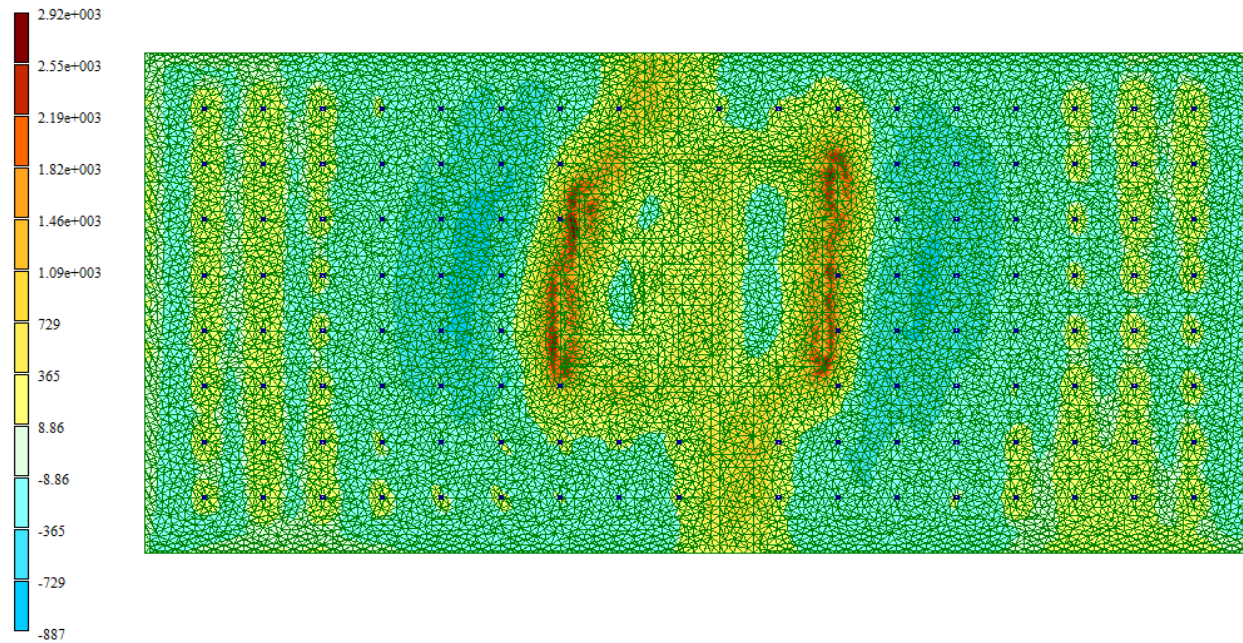


Рисунок 8.1.1 - Мозаика напряжений Mx

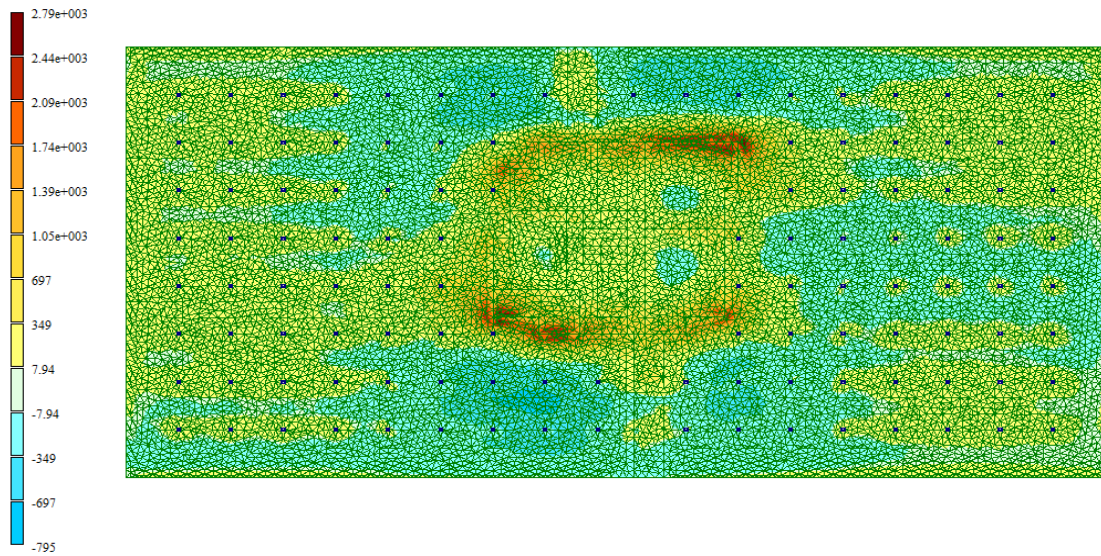


Рисунок 8.1.2 - Мозаика напряжений

M_y

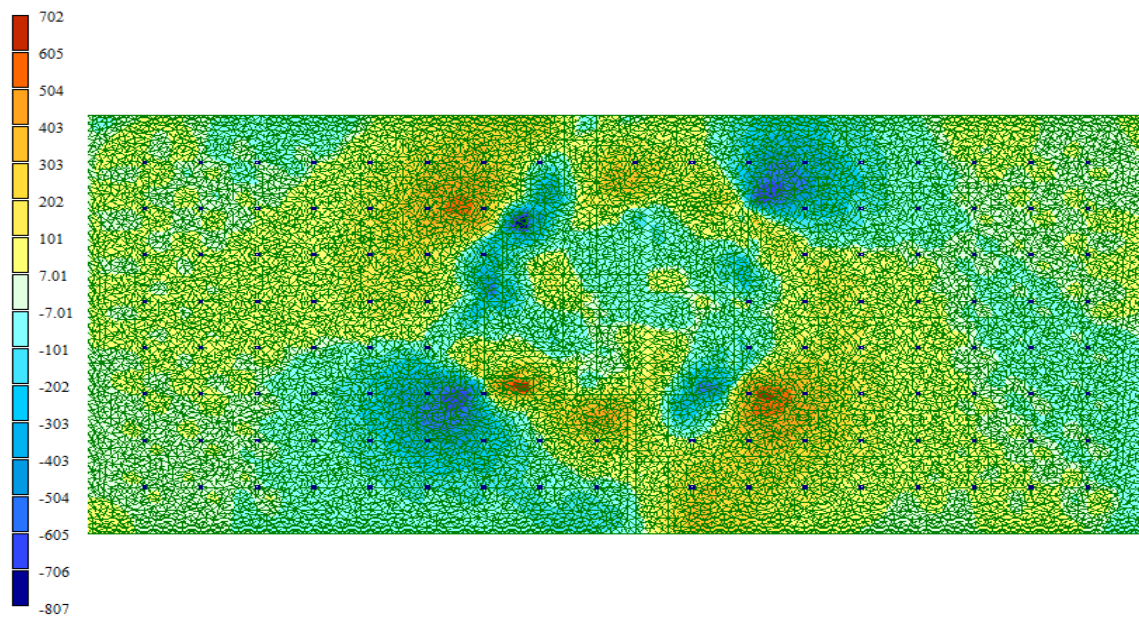


Рисунок 8.1.3 - Мозаика напряжений

M_{xy}

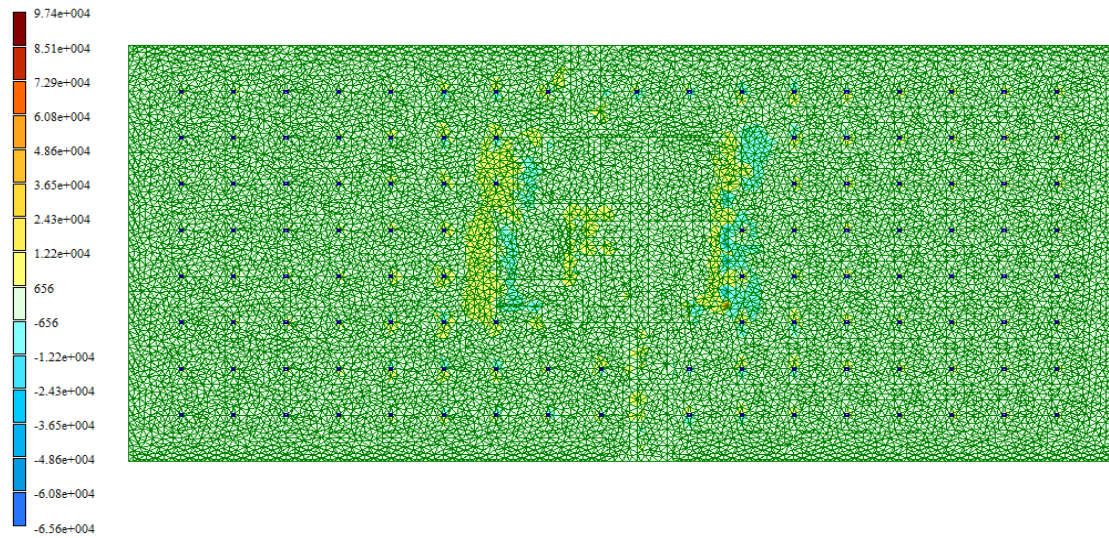


Рисунок 8.1.4 - Мозаика напряжений Q_x

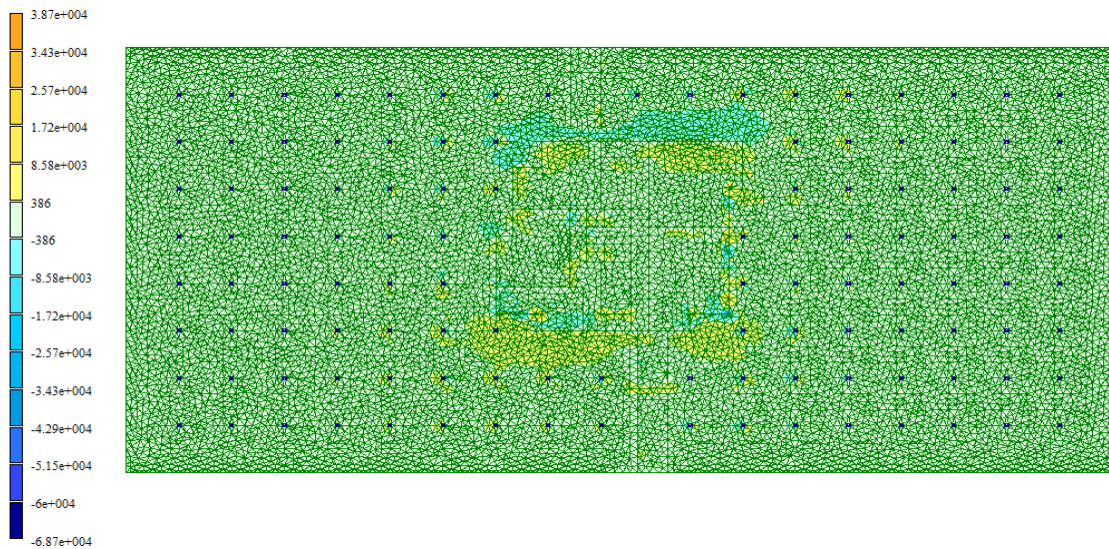


Рисунок 8.1.5 - Мозаика напряжений Q_y

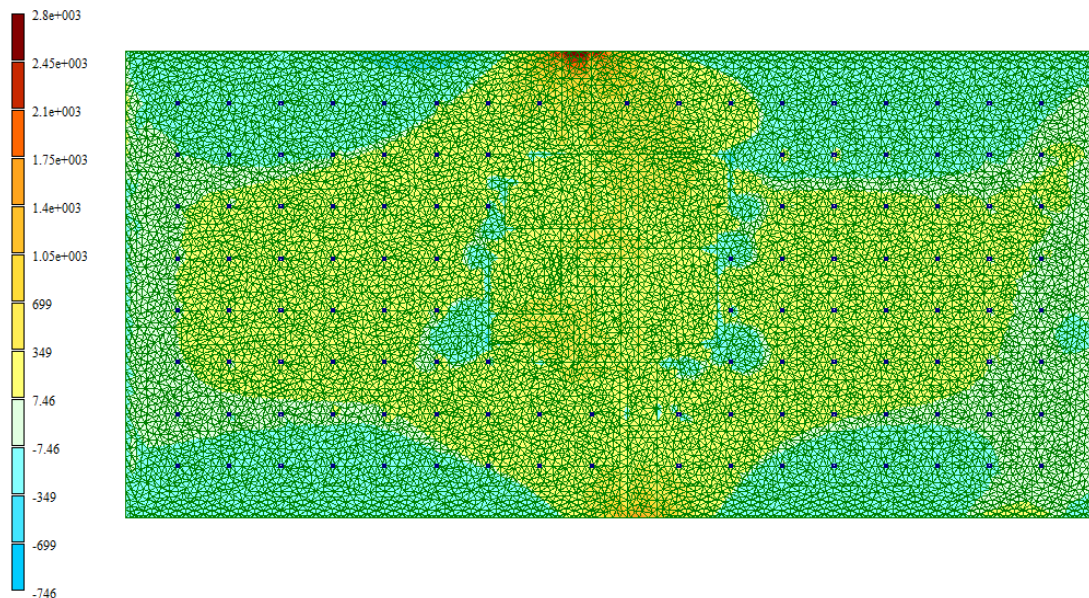


Рисунок 8.1.6 – Мозаика напряжений N_x

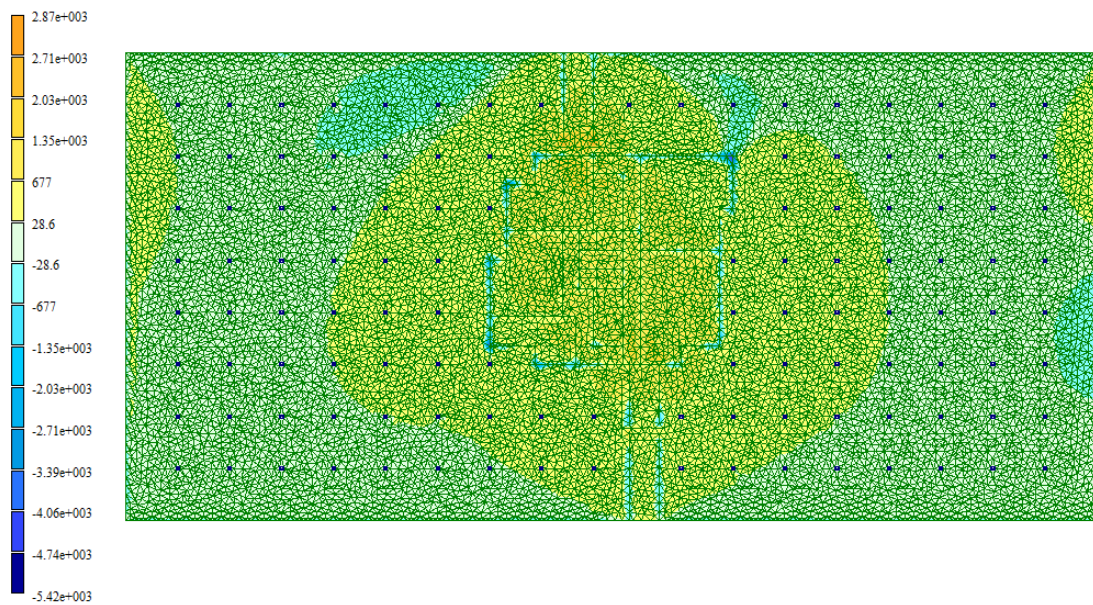


Рисунок 8.1.7 – Мозаика напряжений N_y

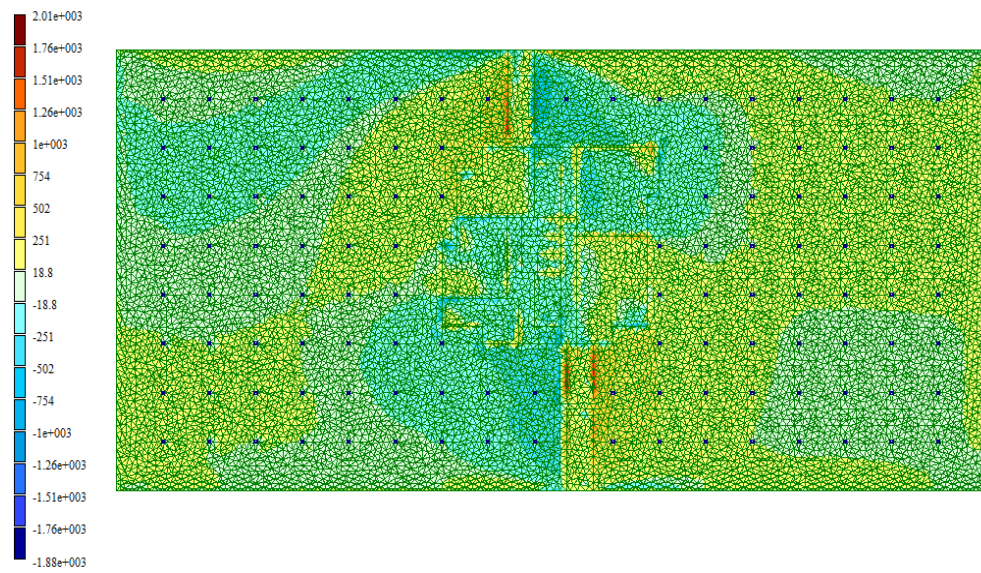


Рисунок 8.1.8 – Мозаика напряжений

τ_{xy}

На рисунках 8.1.9 - 8.1.16 представлены огибающие минимальные(отрицательные) усилия от действия приложенных нагрузок.

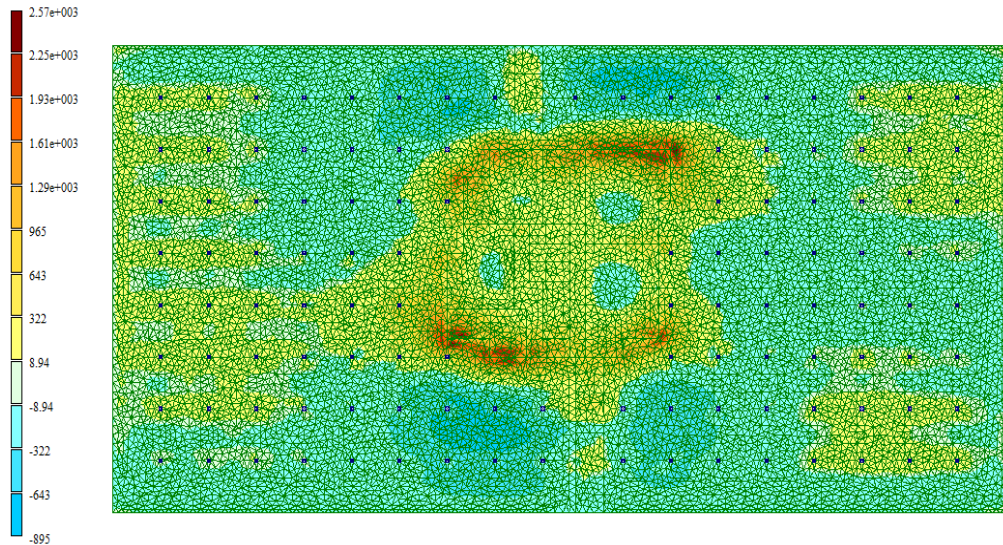


Рисунок 8.1.9 - Мозаика напряжений M_x

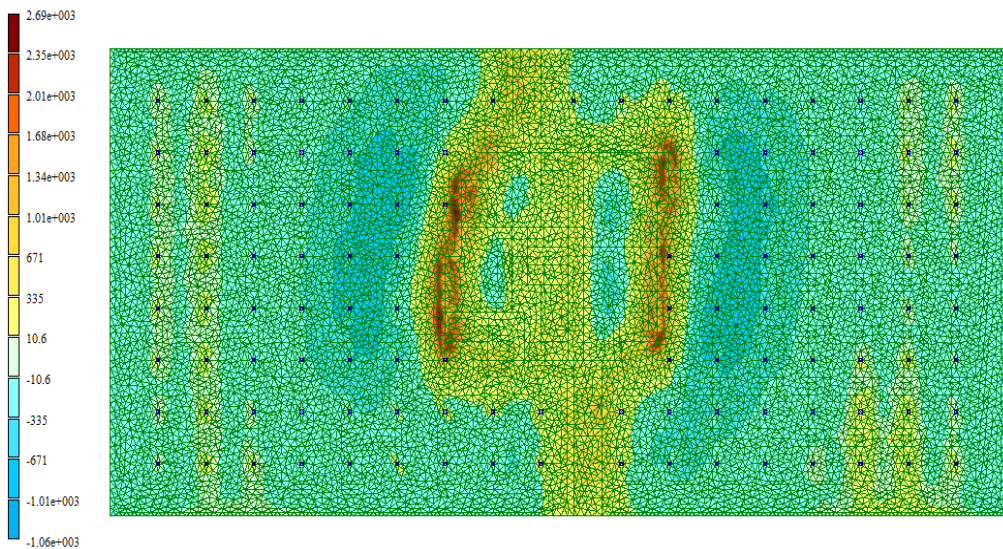


Рисунок 8.1.10 - Мозаика напряжений M_y

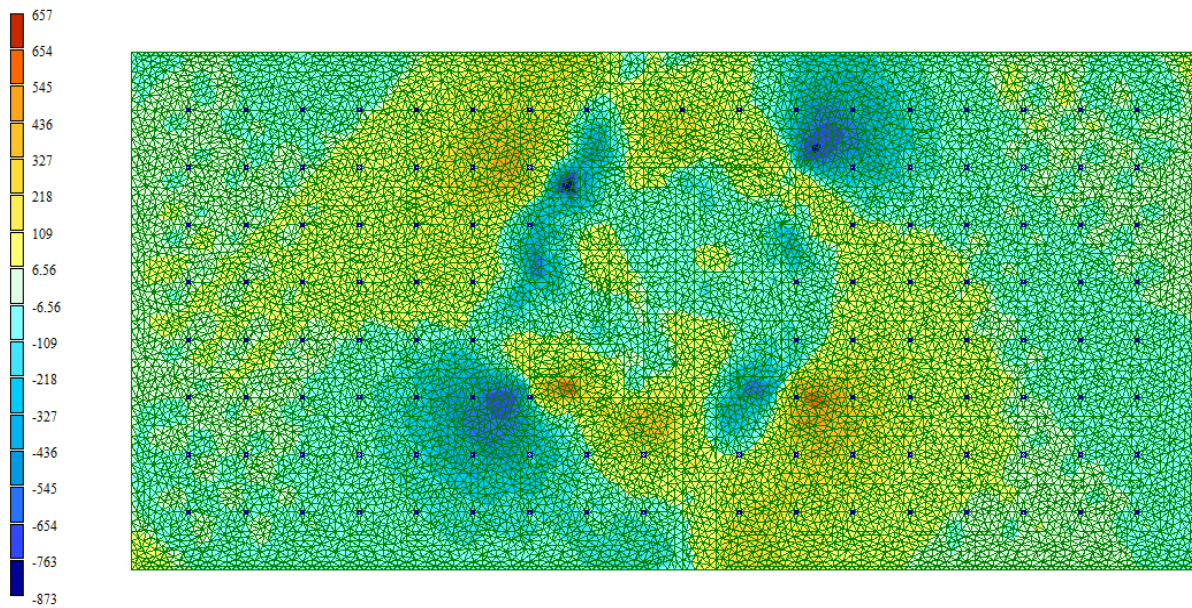


Рисунок 8.1.11 - Мозаика напряжений M_{xy}

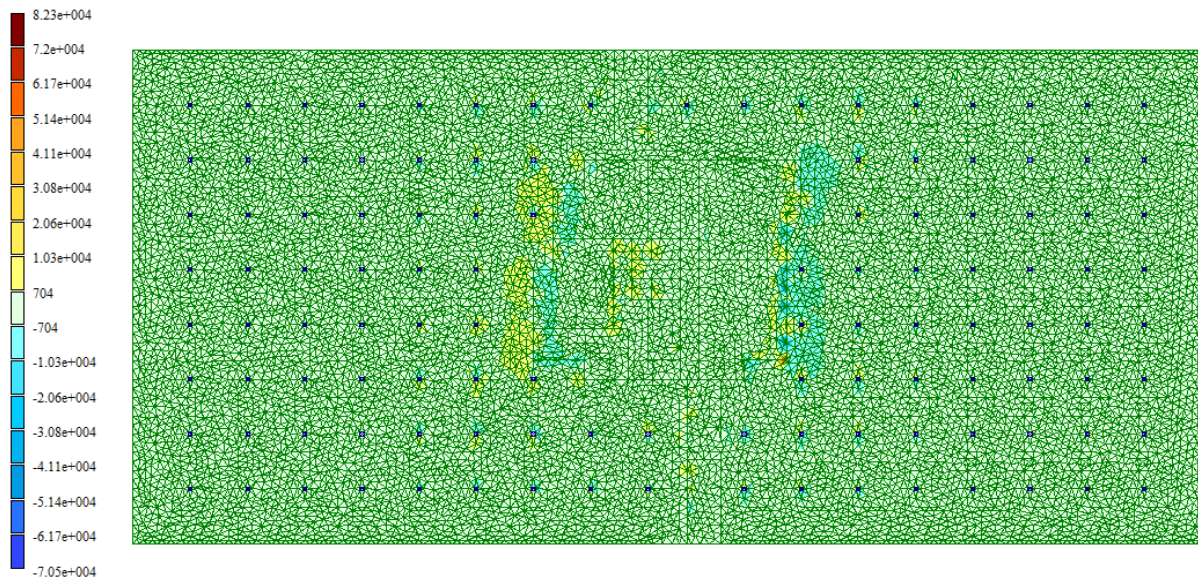


Рисунок 8.1.12 - Мозаика напряжений Q_x

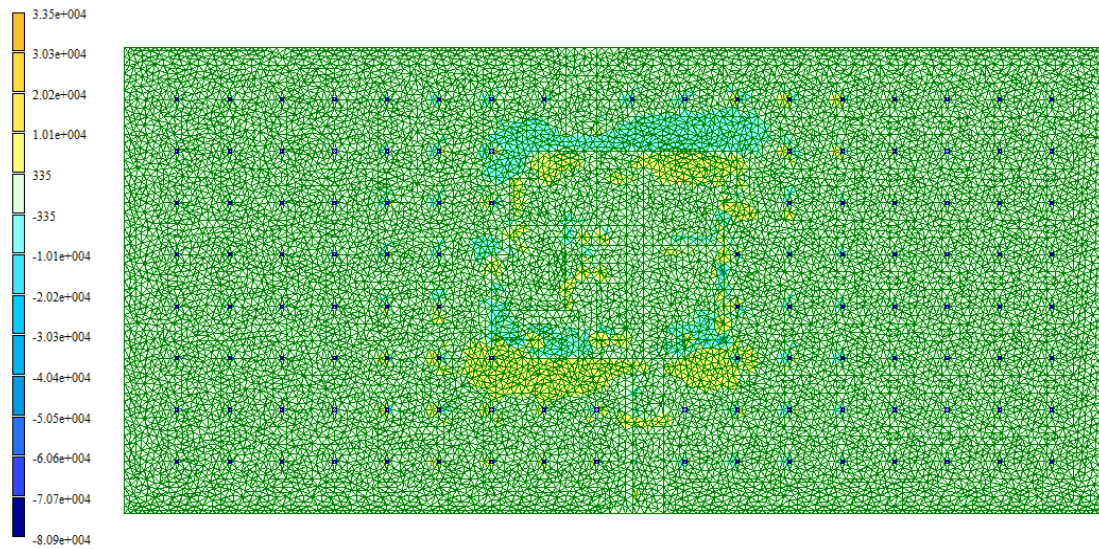


Рисунок 8.1.13 - Мозаика напряжений

Q_y

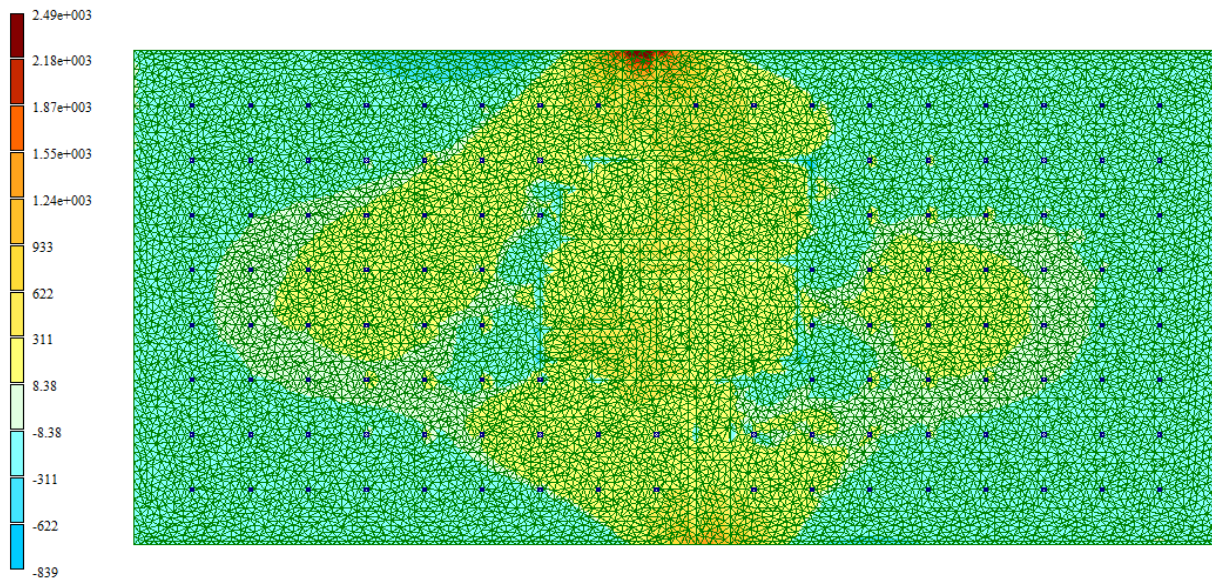


Рисунок 8.1.14 – Мозаика напряжений N_x

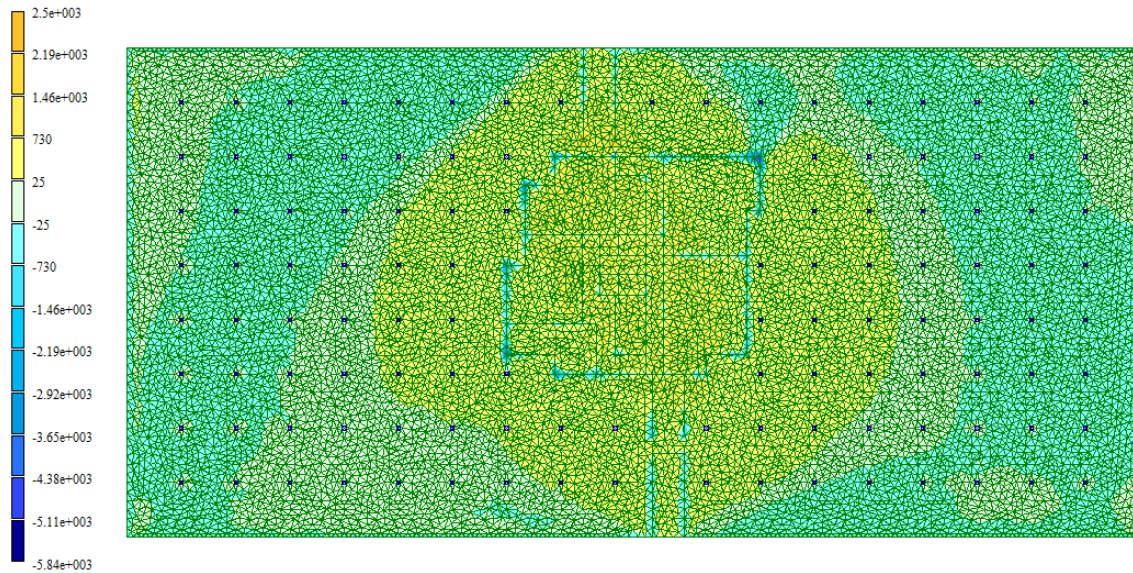


Рисунок 8.1.15 – Мозаика напряжений N_y

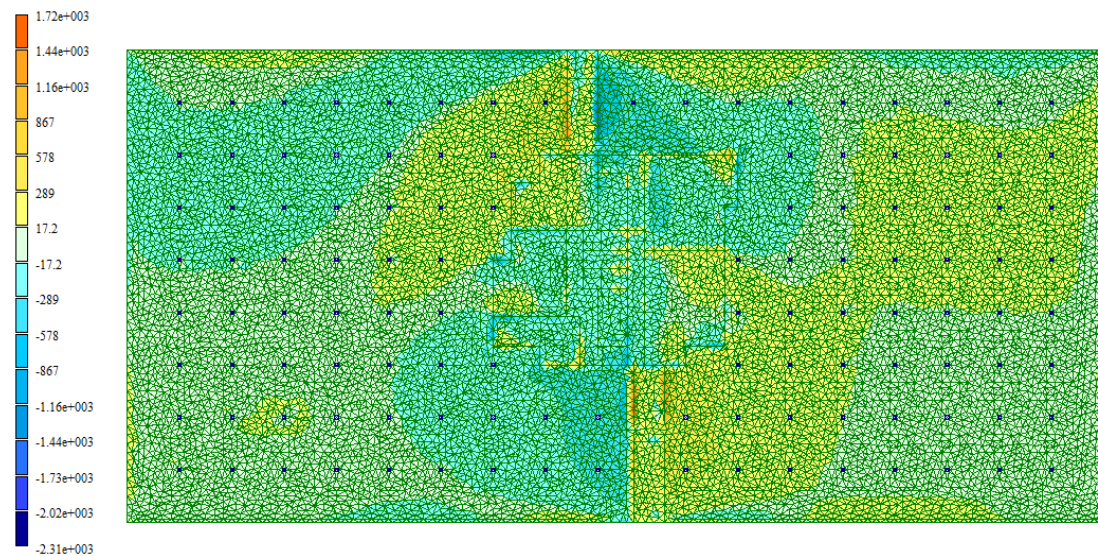


Рисунок 8.1.16 – Мозаика напряжений

τ_{xy}

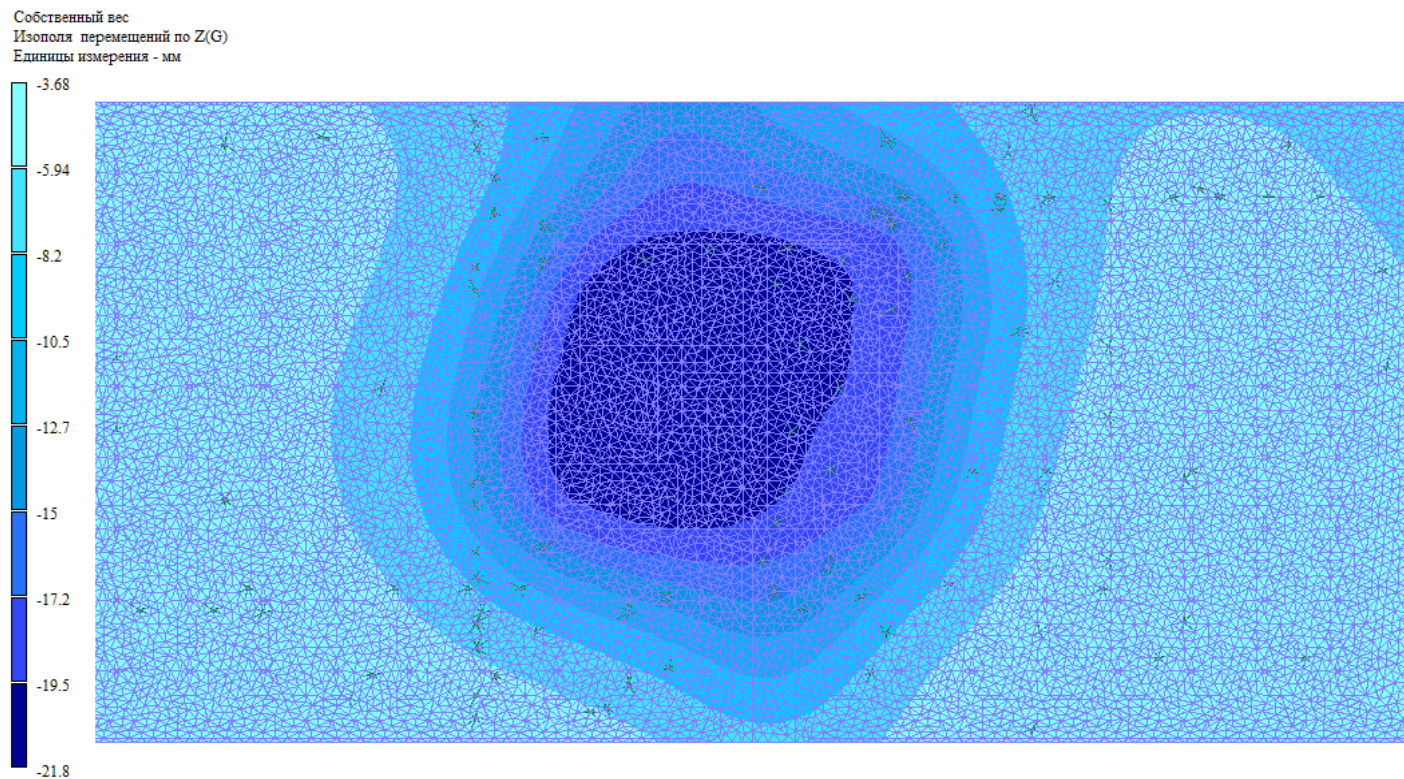


Рисунок 8.1.17 – Изополя перемещений по оси Z

Вывод: на основании выполненных расчетов определено, что величина максимальной осадки составляет – 18.5 см, что меньше предельно допустимого значения – 2.18 см (21.8 мм) регламентированного требованиями п.1 таблицы Г.1 СП22.13330.2016, что свидетельствует о достаточности несущей способности грунта основания.

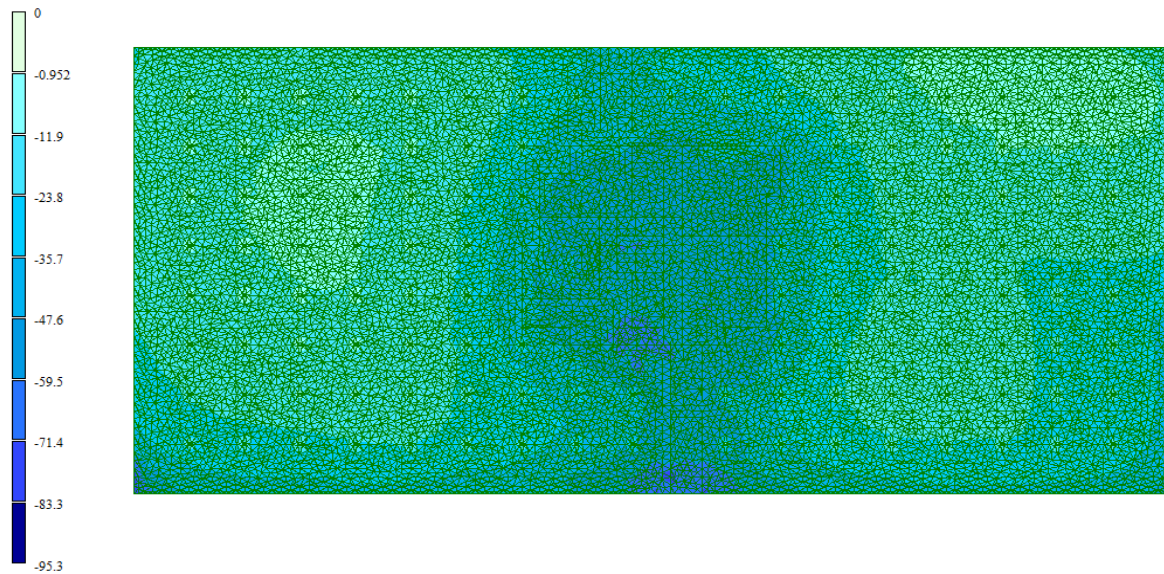


Рисунок 8.1.18 - Мозаика напряжений Rz PCUmax

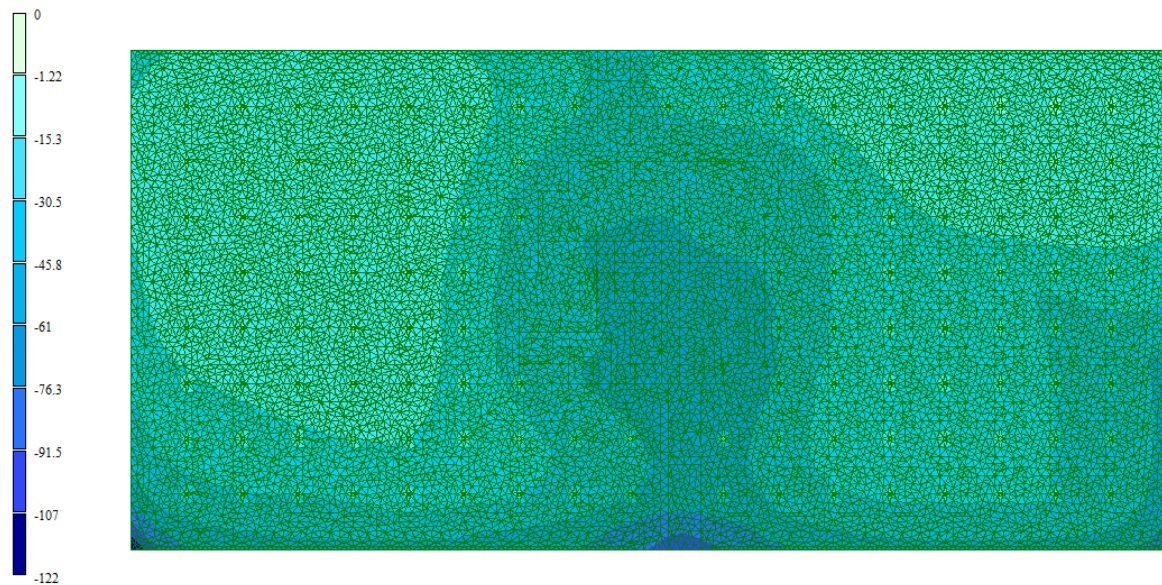


Рисунок 8.1.19 - Мозаика напряжений Rz PCUmin

8.2 Результаты конструктивного расчета фундаментной плиты

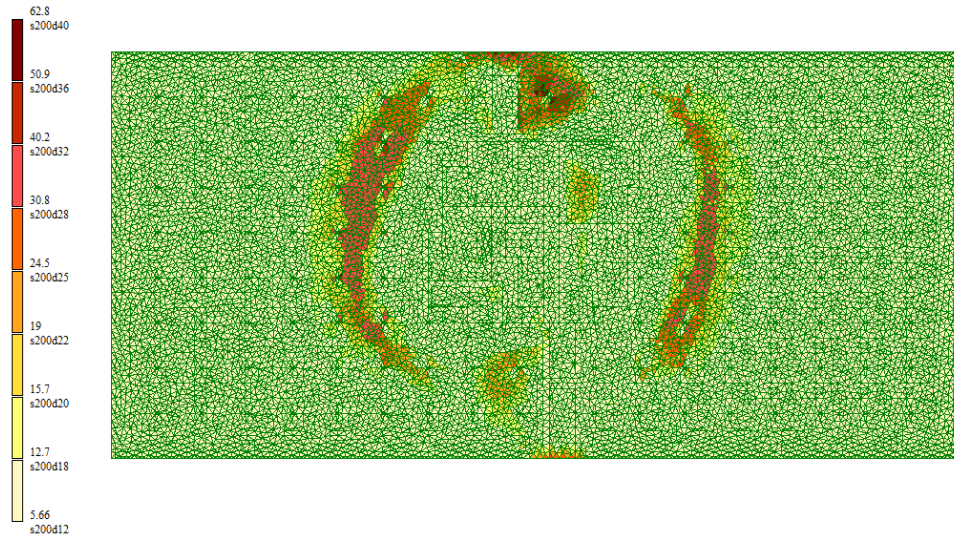


Рисунок 8.2.1 - Схема армирования фундаментной плиты по оси X (у верхней грани)

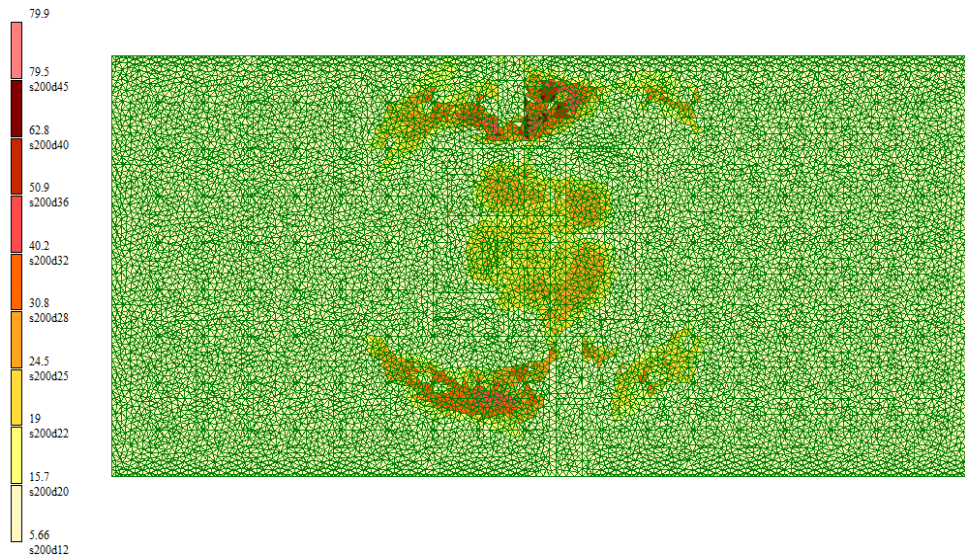


Рисунок 8.2.2 - Схема армирования фундаментной плиты по оси Y (у верхней грани)

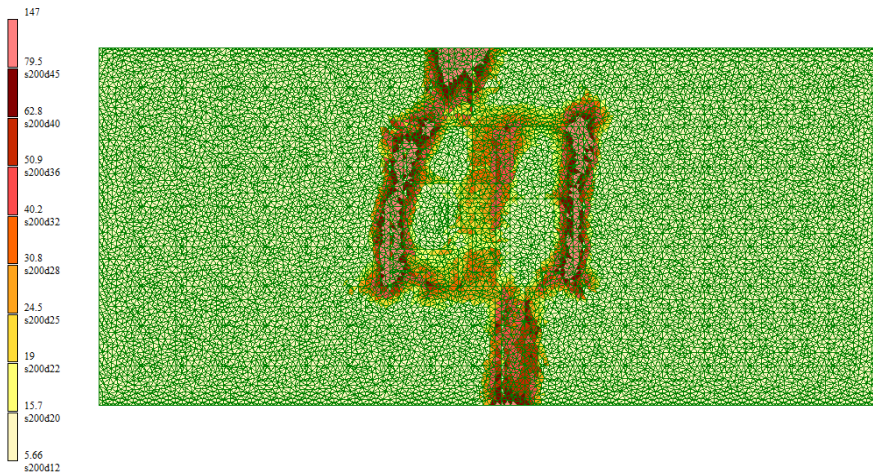


Рисунок 8.2.3 - Схема армирования фундаментной плиты по оси X (у нижней грани)

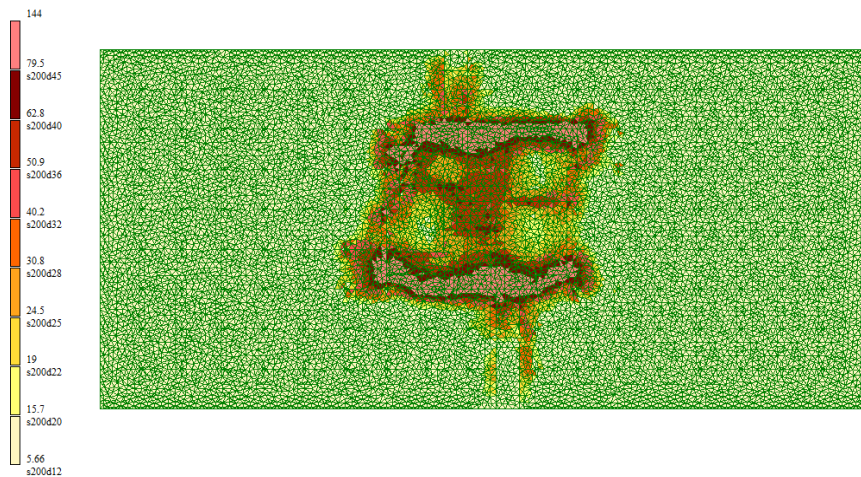


Рисунок 8.2.4 - Схема армирования фундаментной плиты по оси Y (у нижней грани)

Вывод: для обеспечения необходимой и достаточной прочности при строительстве используем армирование фундаментной плиты под здание 2 сетки по низу и верху Ø36 шагом 200 мм, под стилобатную часть Ø22 шагом 200 мм.

Список использованных источников

1. СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия / ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко АО «НИЦ «Строительство» при участии ФГБУ «Главная геофизическая обсерватория им. А. И. Воейкова», 2016. – 72 с.
2. СП 267.1325800.2016 Здания и комплексы высотные / Акционерное общество «ЦНИИЭП жилища — институт комплексного проектирования жилых и общественных зданий», 2016. – 95 с.
3. СП 131.13330.2018 Строительная климатология / Федеральное государственное бюджетное учреждение «Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук» (НИИСФ РААСН) при участии Федерального государственного бюджетного учреждения «Главная геофизическая обсерватория имени Воейкова» (ФГБУ «ГГО»), 2018. – 107 с.
4. СП 14.13330.2018 Строительство в сейсмических районах / АО «НИЦ «Строительство» — ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко, 2018. – 115 с.
5. СП 63.13330.2018 Бетонные и железобетонные конструкции / АО «НИЦ «Строительство» – НИИЖБ им. А.А. Гвоздева, 2018. – 150 с.
6. СП 22.13330.2016 Основания зданий и сооружений / Научно-исследовательский, проектно-исследовательский и конструкторско-технологический институт оснований и подземных сооружений им. Н.М. Герсеванова (НИИОСП им. Н.М. Герсеванова) - институт АО «НИЦ «Строительство», 2016. – 228 с.
7. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий / Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук (НИИСФ РААСН), 2012. – 82 с.

8. СП 23-101-2004 Проектирование тепловой защиты зданий / Научно-исследовательским институтом строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук (НИИСФ РААСН), Мосгосэкспертизой, Центральным научно-исследовательским и проектно-экспериментальным институтом промышленных зданий и сооружений (ОАО «ЦНИИпромзданий»), Федеральным государственным унитарным предприятием — Центром методологии нормирования и стандартизации в строительстве (ФГУП ЦНС), Центральным научно-исследовательским и проектным институтом типового и экспериментального проектирования жилища (ЦНИИЭПжилища) и группой специалистов, 2004. – 133 с.

9. СП 29.13330.2011 Полы / Центральный научно-исследовательский и проектно-экспериментальный институт промышленных зданий и сооружений (ОАО «ЦНИИПромзданий») и ООО «ПСК Конкрет Инжиниринг», 2011. – 62 с.