

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ АРХИТЕКТУРЫ И
СТРОИТЕЛЬСТВА»

Инженерно-строительный институт
Кафедра «Строительные конструкции»

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

по дисциплине: «Теория расчёта и проектирования»

на тему:

«Расчёт многоэтажного здания из монолитного железобетона в программном комплексе
LIRA»

Автор проекта: Петржиковский Н. А.

Группа: 22СТ2м

Обозначение: КП-2069059-08.04.01-220925-22.

Направление: 08.04.01 «Строительство»

Руководитель проекта: к.т.н., доц. Карев М. А.

Проект защищен _____

Содержание

1. Компонировка.....	3
2. Расчётная схема.....	4
3. Жёсткости и материалы.....	8
4. Нагрузки.....	11
5. Определение давления под подошвой фундаментной плиты.....	21
6. Результаты расчёта.....	22
7. Результаты армирования.....	29

1. Компонировка

В данном курсовом проекте представлено тринадцатизэтажное здание с подвалом размерами в осях 49×20 м. Площадь здания 15680 м^2 . Шаг колонн в продольном направлении – 7 м, в поперечном направлении – 5 м. Число пролётов в продольном направлении – 7, в поперечном – 4. Высота этажа – 3 м. Количество этажей – 15. Высота здания по верху несущих конструкций составляет – 46,5 м.

Фундамент сделан в виде монолитной плиты толщиной 0,8 м. Глубина заложения подошвы фундамента 3,0 м.

Стены подвала запроектированы толщиной 270 мм. Перегородки подвала 180 мм.

Здание содержит следующие типы перекрытий:

1. Перекрытие над подвалом (отм. + 0,000): плита толщиной 180 мм.
2. Перекрытие над этажами (отм. $((+ 3,000) - (+ 46,500))$): плита толщиной 180 мм.

Стены здания запроектированы толщиной 460 мм.

Перегородки здания запроектированы толщиной 240 и 180 мм.

Район строительства – г. Пенза. Снеговой район – III. Ветровой район – II.

2. Расчётная схема

Собственный вес

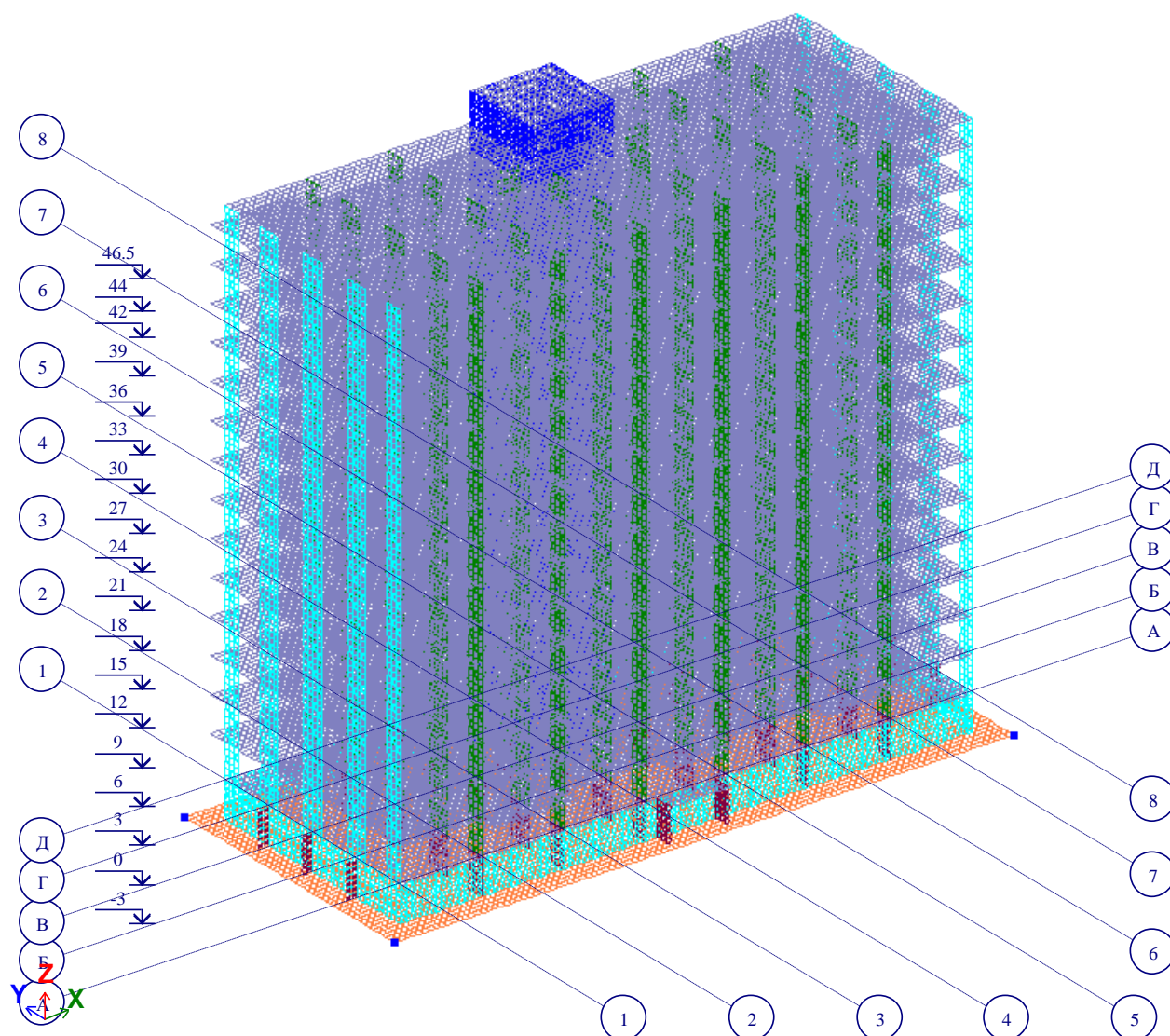


Рис. 1. Расчётная схема.

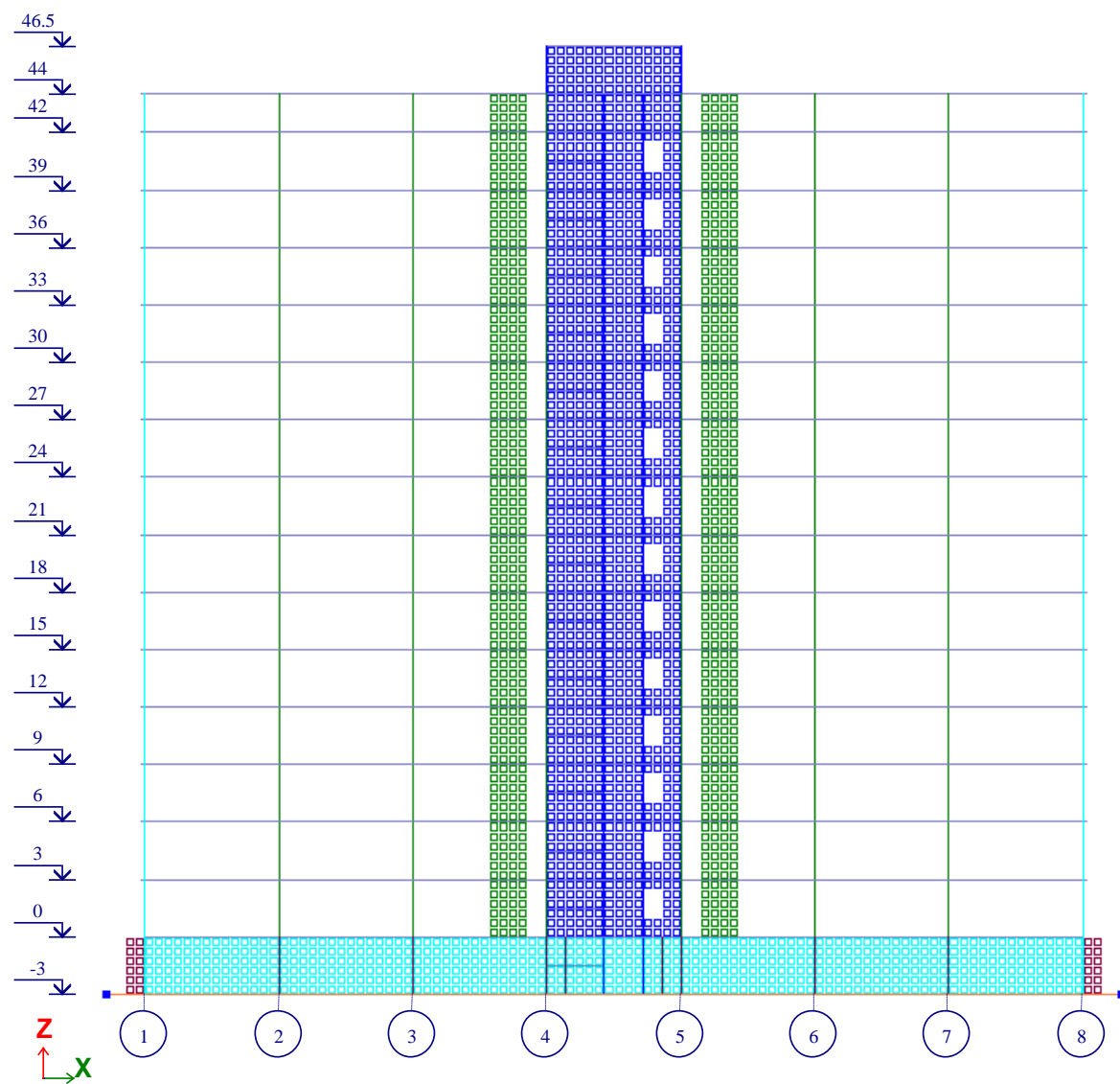


Рис. 2. Проекция расчётной схемы на плоскость XOZ.

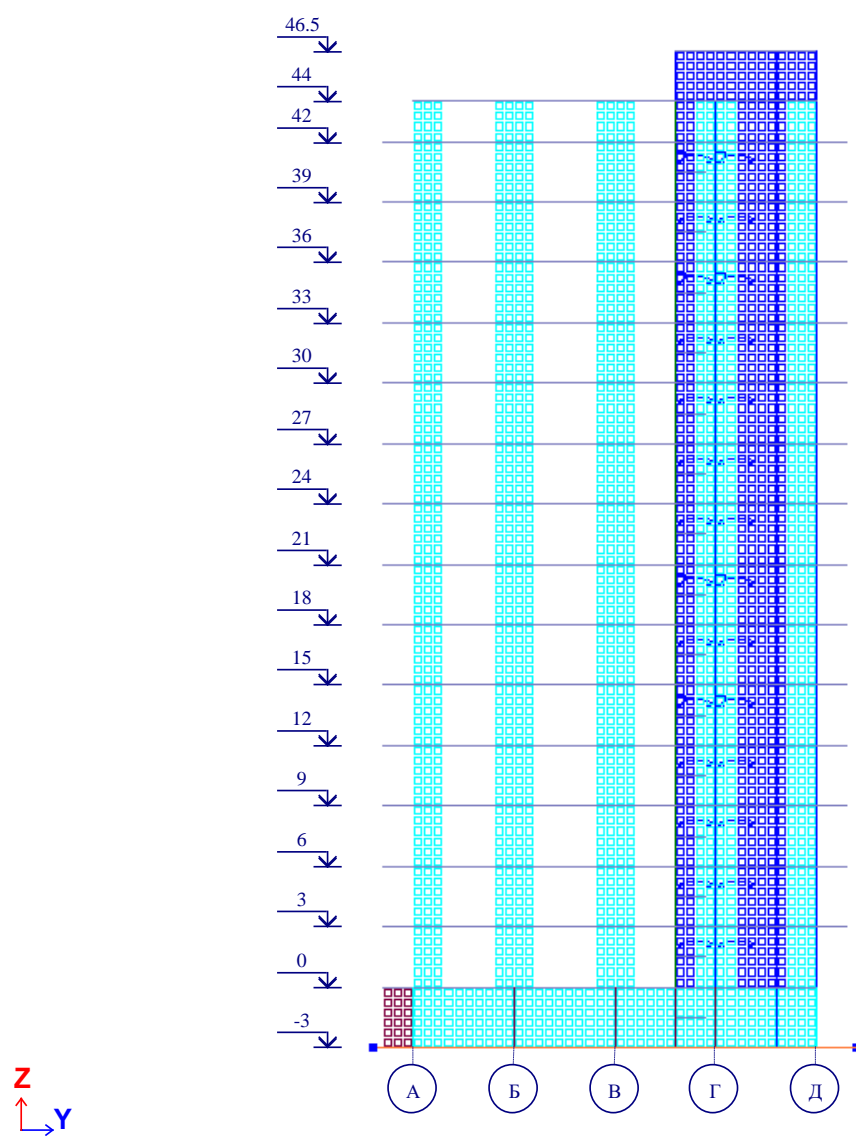


Рис. 3. Проекция расчётной схемы на плоскость YOZ.

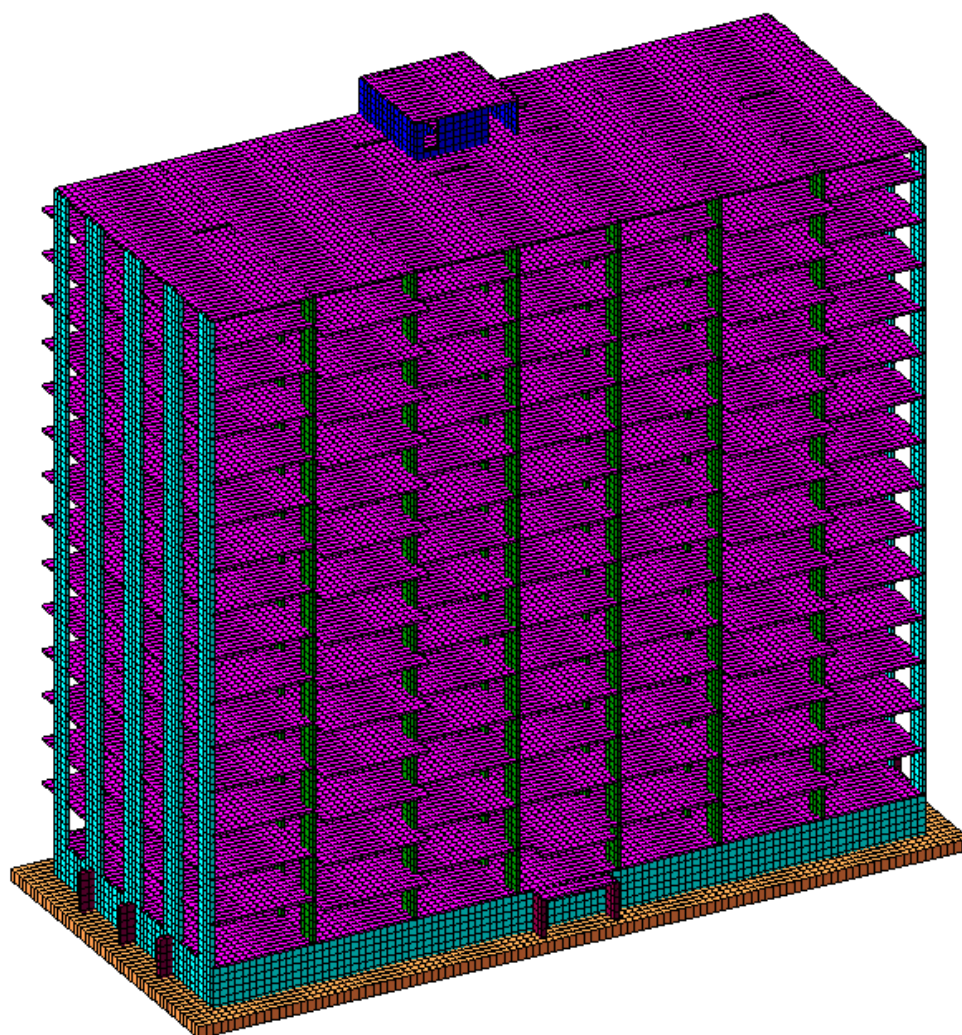


Рис. 4. Пространственная модель.

3. Жёсткости и материалы

Жёсткости и материалы

Назначить элементам схемы

☒ Жесткость: 4. Пластина Н 20 (шахта лифт)

☒ Материалы: СП 63.13330.2012 Вариант 1

Тип: Бетон: Арматура:

5. Оболочка (Из... 2. В25.бетон ве... 1. А500.А500.А...

Жесткости | Ж/Б | Сталь

Список типов жесткостей

- 1. Пластина Н 80 (фнд плита)
- 2. Пластина Н 18 (перекрытие)
- 3. Пластина Н 30 (контрфорсы и пилоны)
- 4. Пластина Н 20 (шахта лифт)
- 5. Пластина Н 27 (стена в грунте)
- 6. Пластина Н 22 (пилоны выше 0)

Добавить >> Изменить... Просмотр... Копировать Удалить

Назначить текущим

☐ Список для фрагмента

Задание жесткости для пластин

☐ Учет ортотропии E2 0

E $3.06e+006$ Т/м² V21 0

V 0.2 G 0

H 80 см Ro 2.5 Т/м³

Учет нелинейности ☐

Тип КЗ

☒ Плита, оболочка

☐ Балка-стенка

Параметры материала

Параметры арматуры

☐ Учет сдвига

Меньший размер пластины 0 м

Комментарий

фундаментная плита

Цвет

☒ ☐ ☐

Задание жесткости для пластин

☐ Учет ортотропии E2 0

E $3.06e+006$ Т/м² V21 0

V 0.2 G 0

H 18 см Ro 2.5 Т/м³

Учет нелинейности ☐

Тип КЗ

☒ Плита, оболочка

☐ Балка-стенка

Параметры материала

Параметры арматуры

☐ Учет сдвига

Меньший размер пластины 0 м

Комментарий

перекрытие

Цвет

☒ ☐ ☐

Задание жесткости для пластин

☐ Учет ортотропии
 E2 0

E 3.06e+006 т/м^2
V21 0

V 0.2
G 0

H 27 см
Ro 2.5 т/м^3

Учет нелинейности ☐

Тип КЗ

☒ Плита, оболочка
 Параметры материала

☐ Балка-стенка
 Параметры арматуры

☐ Учет сдвига

Меньший размер пластины

0 м

Комментарий

стена в грунте

Цвет

☒
☒
☒

Задание жесткости для пластин

☐ Учет ортотропии
 E2 0

E 3.06e+006 т/м^2
V21 0

V 0.2
G 0

H 30 см
Ro 2.5 т/м^3

Учет нелинейности ☐

Тип КЗ

☒ Плита, оболочка
 Параметры материала

☐ Балка-стенка
 Параметры арматуры

☐ Учет сдвига

Меньший размер пластины

0 м

Комментарий

контрфорсы, стены подвала

Цвет

☒
☒
☒

Задание жесткости для пластин

☐ Учет ортотропии
 E2 0

E 3.06e+006 т/м^2
V21 0

V 0.2
G 0

H 20 см
Ro 2.5 т/м^3

Учет нелинейности ☐

Тип КЗ

☒ Плита, оболочка
 Параметры материала

☐ Балка-стенка
 Параметры арматуры

☐ Учет сдвига

Меньший размер пластины

0 м

Комментарий

лифт, шахта

Цвет

☒
☒
☒

Задание жесткости для пластин

☐ Учет ортотропии
 E2 0

E 3.06e+006 т/м^2
V21 0

V 0.2
G 0

H 22 см
Ro 2.5 т/м^3

Учет нелинейности ☐

Тип КЗ

☒ Плита, оболочка
 Параметры материала

☐ Балка-стенка
 Параметры арматуры

☐ Учет сдвига

Меньший размер пластины

0 м

Комментарий

пилоны выше 0

Цвет

☒
☒
☒

Рис. 5. Жёсткости расчётной схемы.

Рис. 6. Материалы.

4. Нагрузки

Таблица 1.

Состав конструкции пола в жилой части

Элементы конструкций	Нормативная нагрузка, т/м ²	γ_f	Расчётная нагрузка, т/м ²
1. Пенополистирол, 30 мм	0,001	1,3	0,0013
2. Выравнивающая стяжка из ЦПР, 50 мм	0,09	1,3	0,117
3. Подложка, 10 мм	0,0004	1,2	0,00048
4. Ламинат, 10 мм	0,011	1,2	0,0132
Итого:			0,132

Таблица 2.

Состав конструкции пола в коридоре и лестничной клетке

Элементы конструкций	Нормативная нагрузка, т/м ²	γ_f	Расчётная нагрузка, т/м ²
1. Пенополистирол, 30 мм	0,001	1,3	0,001
2. Выравнивающая стяжка из ЦПР, 50 мм	0,09	1,3	0,117
3. Клей плиточный, 10 мм	0,018	1,3	0,023
4. Керамогранит, 10 мм	0,024	1,2	0,029
Итого:			0,171

Таблица 3.

Состав конструкции пола балконов

Элементы конструкций	Нормативная нагрузка, т/м ²	γ_f	Расчётная нагрузка, т/м ²
1. Выравнивающая стяжка из ЦПР, 30 мм	0,054	1,2	0,065
2. Плитка керамическая на ЦПР, 20 мм	0,036	1,2	0,043
Итого:			0,11

Таблица 4.

Состав конструкции пола подвала

Элементы конструкций	Нормативная нагрузка, т/м ²	γ_f	Расчётная нагрузка, т/м ²
1. 2 слоя гидроизола	0,01	1,3	0,013
2. Выравнивающая стяжка из ЦПР, 100 мм	0,18	1,3	0,234
3. Клей плиточный, 10 мм	0,018	1,3	0,023
4. Керамогранит, 10 мм	0,024	1,2	0,029
Итого:			0,3

Таблица 5.

Состав конструкции покрытия

Элементы конструкций	Нормативная нагрузка, т/м ²	γ_f	Расчётная нагрузка, т/м ²
1. Керамзит, 270 мм	0,216	1,2	0,259
2. Выравнивающая стяжка из ЦПР, 50 мм	0,12	1,2	0,144
3. Битумный праймер	0,006	1,2	0,007
4. Техноэласт ЭПП	0,005	1,2	0,006
5. Техноэласт ЭКП	0,006	1,2	0,007
Итого:			0,43

Таблица 6.

Состав конструкции пола чердака

Элементы конструкций	Нормативная нагрузка, т/м ²	γ_f	Расчётная нагрузка, т/м ²
1. Пленка	0,0015	1,2	0,0018
2. Пенополистирол, 150 мм	0,005	1,2	0,006
3. Пленка	0,0015	1,2	0,0018
4. Выравнивающая стяжка из ЦПР, 50 мм	0,1	1,2	0,12
Итого:			0,13

Таблица 7.

Состав конструкции покрытия машинного отделения

Элементы конструкций	Нормативная нагрузка, т/м ²	γ_f	Расчётная нагрузка, т/м ²
1. Бикроэласт ТПП	0,005	1,2	0,006
2. Битумный праймер	0,006	1,2	0,007
3. Пенополистирол экструдированный, 200 мм	0,001	1,2	0,0012
4. Керамзит, 150 мм	0,12	1,2	0,144
5. Выравнивающая стяжка из ЦПР, 50 мм	0,12	1,2	0,144
6. Битумный праймер	0,006	1,2	0,007
7. Техноэласт ЭПП	0,005	1,2	0,006
8. Техноэласт ЭКП	0,006	1,2	0,007
Итого:			0,34

Таблица 8.

Состав конструкции наружных стен

Элементы конструкций	Нормативная нагрузка, т/м	γ_f	Расчётная нагрузка, т/м
1. Кирпич, 250 мм	1,269	1,15	1,459
2. Пенополистирол, 150 мм	0,02	1,15	0,023
3. Наружный слой штукатурки, 30 мм	0,152	1,15	0,175
4. Внутренний слой штукатурки, 30 мм	0,152	1,15	0,175
Итого:			1,83

Таблица 9.

Состав конструкции межквартирных перегородок

Элементы конструкций	Нормативная нагрузка, т/м	γ_f	Расчётная нагрузка, т/м
1. Кирпич, 130 мм	0,66	1,15	0,759
2. Пенополистирол, 50 мм	0,0007	1,15	0,0008
3. Наружный слой штукатурки, 30 мм	0,152	1,15	0,175
4. Внутренний слой штукатурки, 30 мм	0,152	1,15	0,175
Итого:			1,11

Таблица 10.

Состав конструкции внутриквартирных перегородок

Элементы конструкций	Нормативная нагрузка, т/м	γ_f	Расчётная нагрузка, т/м
1. Кирпич, 120 мм	0,609	1,15	0,7
2. Наружный слой штукатурки, 30 мм	0,152	1,15	0,175
3. Внутренний слой штукатурки, 30 мм	0,152	1,15	0,175
Итого:			1,05

Таблица 11.

Состав конструкции ограждения балконов

Элементы конструкций	Нормативная нагрузка, т/м	γ_f	Расчётная нагрузка, т/м
1. Кирпич, 120 мм	0,22	1,15	0,253
2. Наружный слой штукатурки, 30 мм	0,054	1,15	0,062
3. Внутренний слой штукатурки, 30 мм	0,054	1,15	0,062
4. Остекление	0,055	1,15	0,063
Итого:			0,5

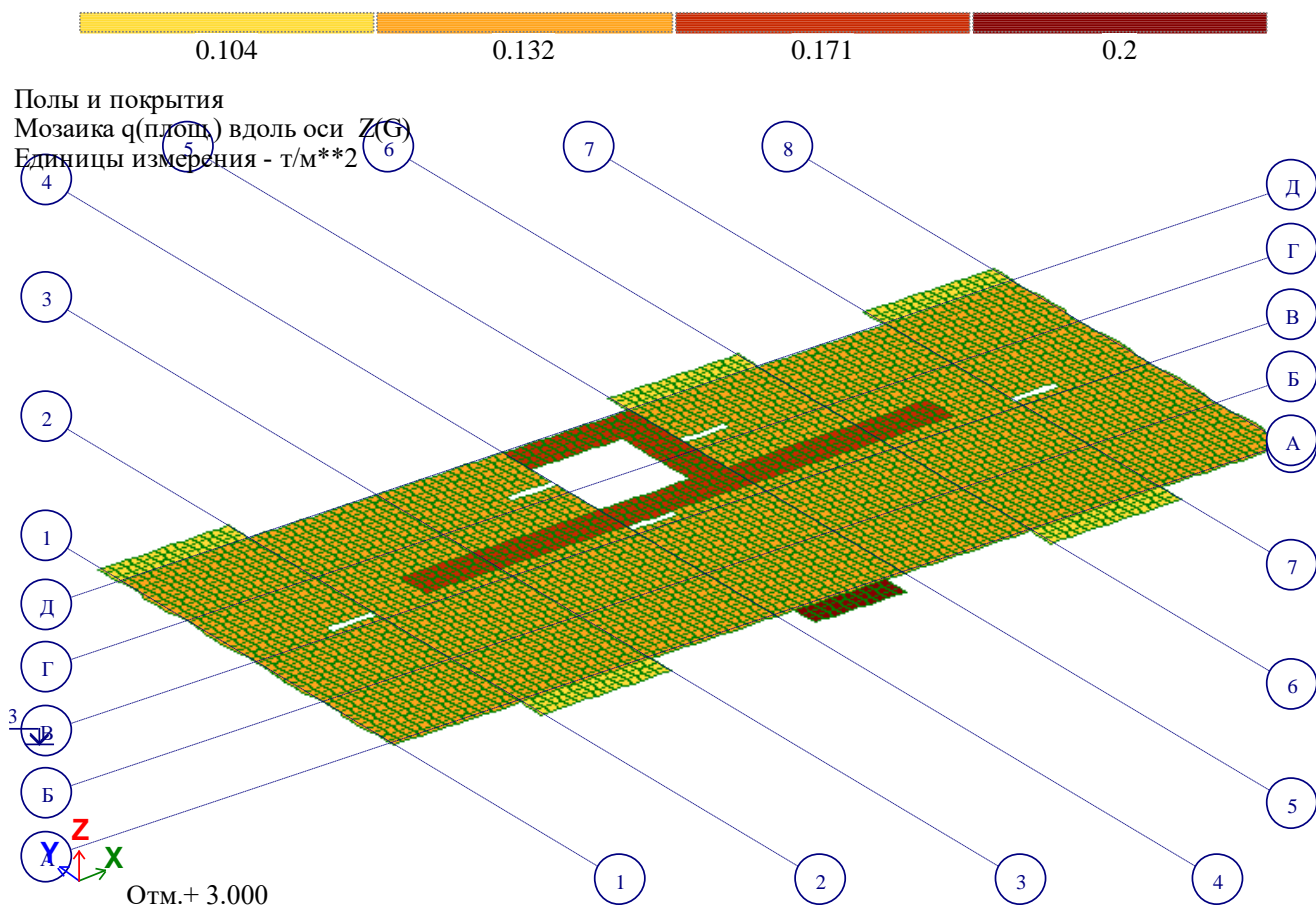


Рис. 7. Нагрузка от конструкции пола.

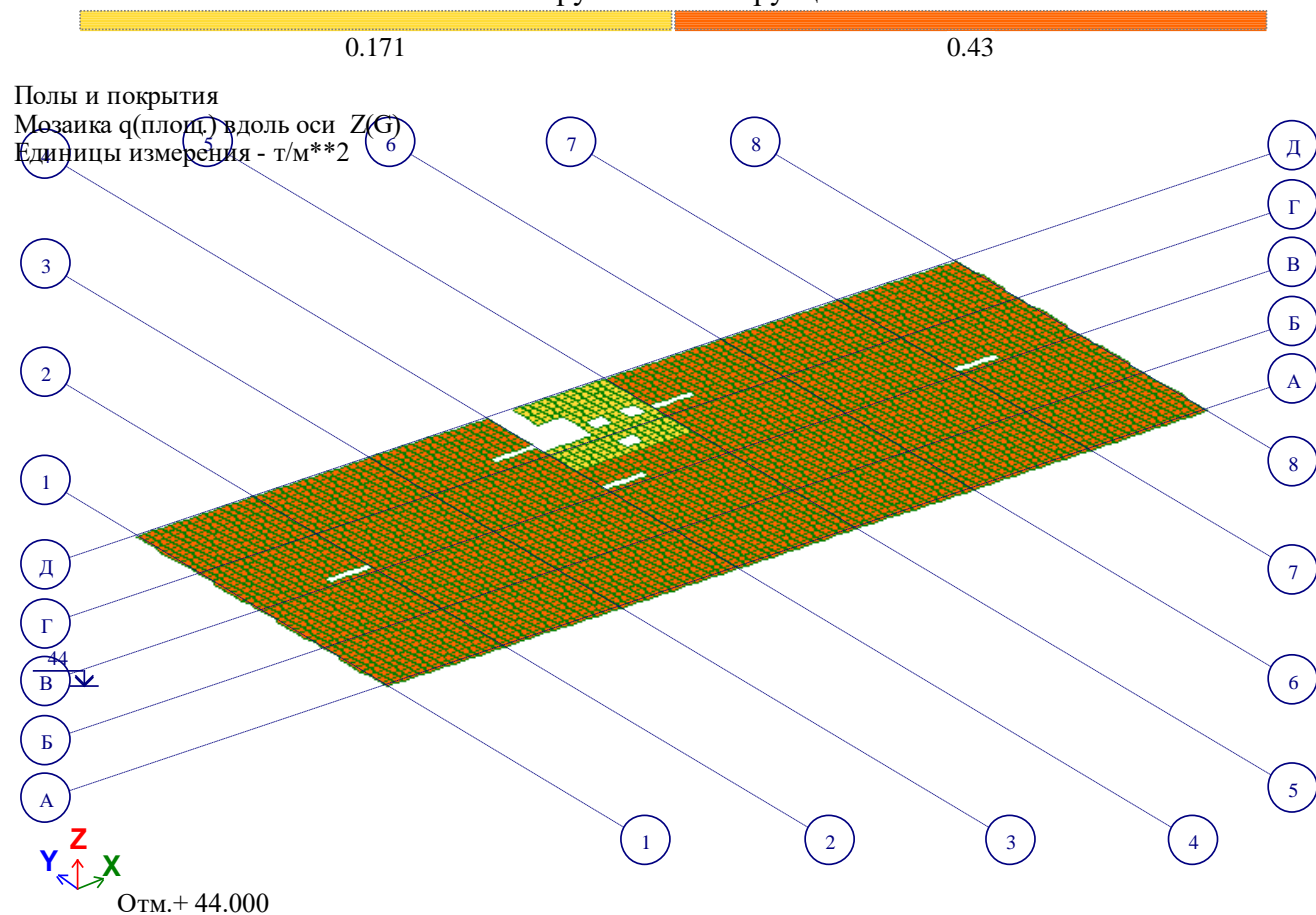


Рис. 8. Нагрузка от конструкции покрытия.

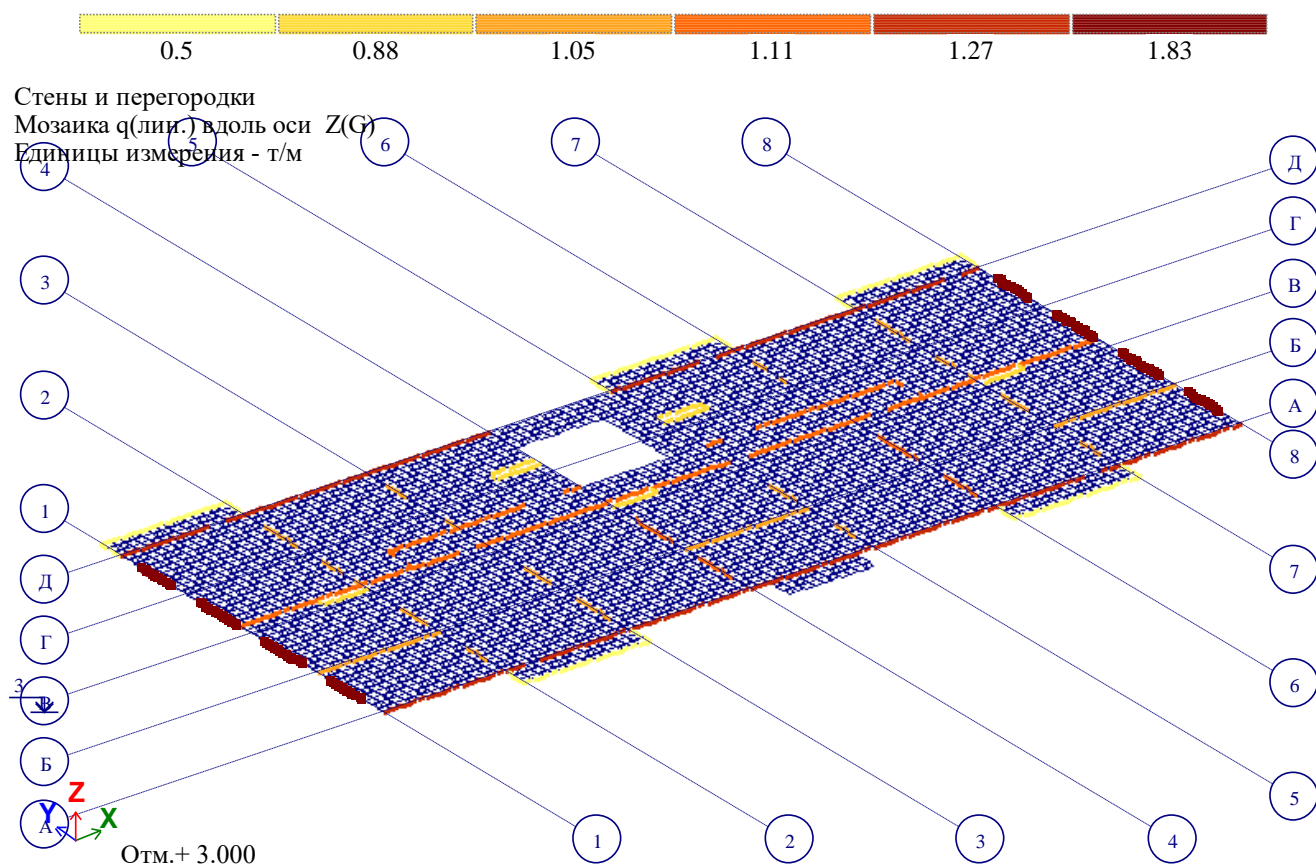


Рис. 9. Нагрузка от стен и перегородок.

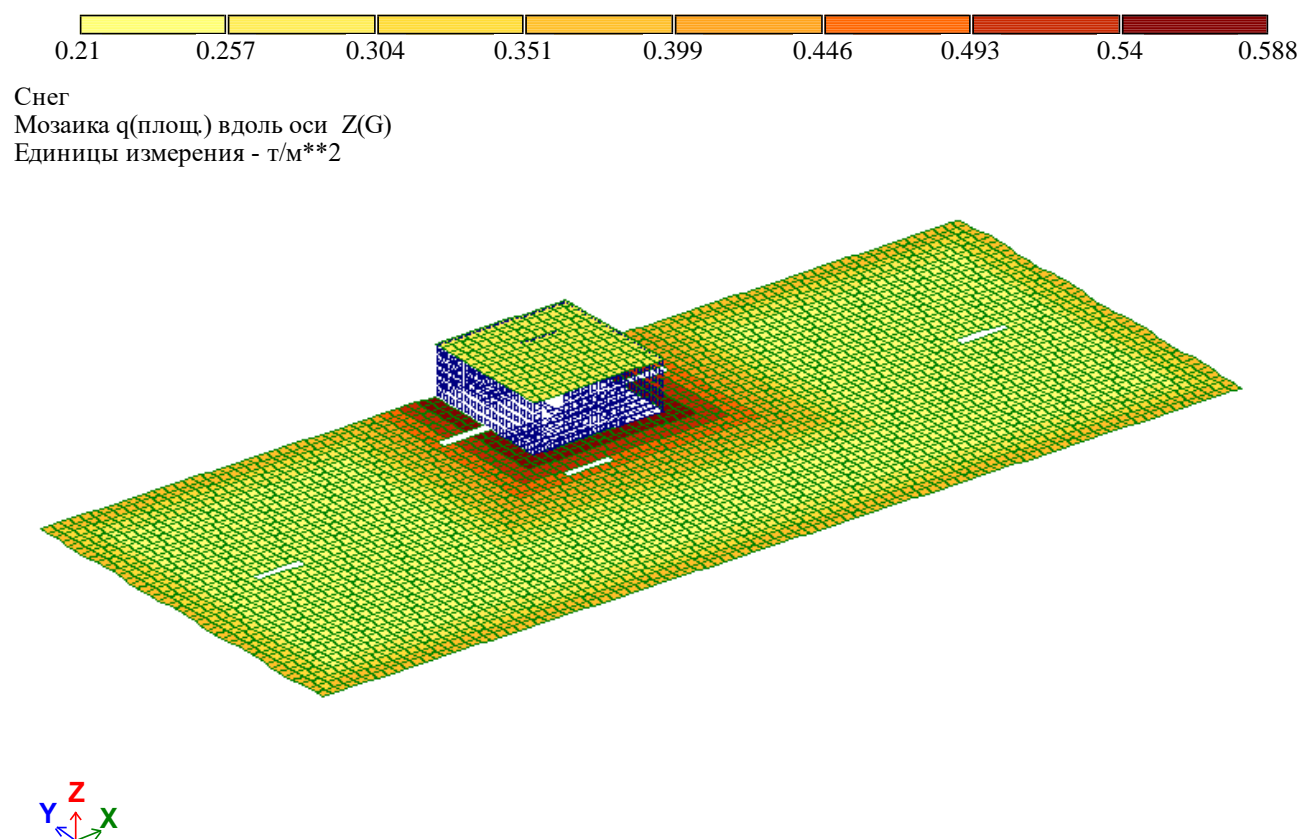


Рис. 10. Нагрузка от снега.

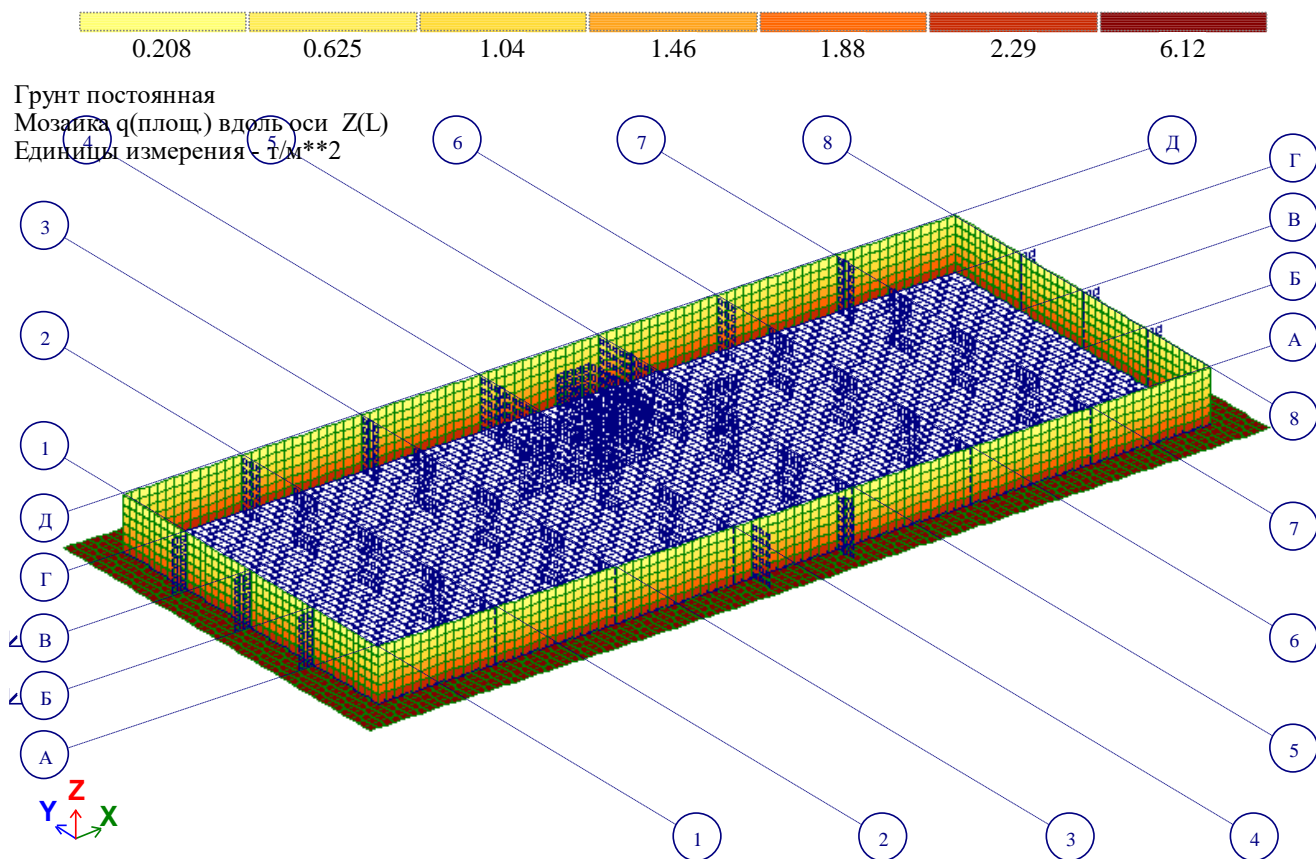


Рис. 11. Нагрузка от грунта постоянная.

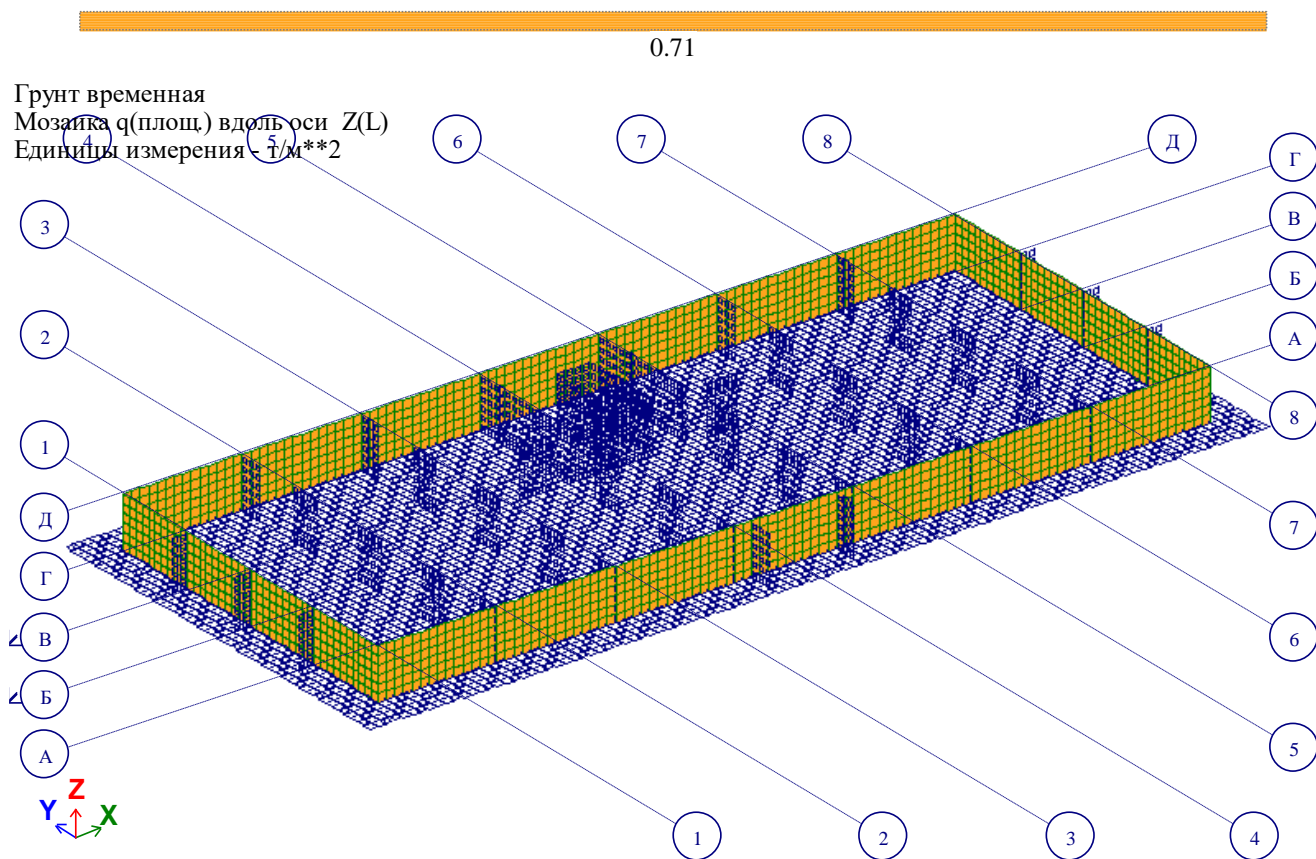


Рис. 12. Нагрузка от грунта временная.

№ эт. (перекр.)	h, м	w _a , т/м ²	H _w , м	W _{a(б)} , т/м C = 0,8	W _о , т/м C = 0,5	W _б , т/м C = 1,0
подвал	0	0,0168	1,5	0,025	0,016	0,032
1	3	0,0168	3	0,05	0,032	0,063
2	6	0,0178	3	0,053	0,033	0,067
3	9	0,0208	3	0,062	0,039	0,078
4	12	0,0235	3	0,071	0,044	0,088
5	15	0,0257	3	0,077	0,048	0,096
6	18	0,0276	3	0,083	0,052	0,104
7	21	0,0294	3	0,088	0,055	0,110
8	24	0,031	3	0,093	0,058	0,116
9	27	0,0325	3	0,098	0,061	0,122
10	30	0,0339	3	0,102	0,064	0,127
11	33	0,0352	3	0,106	0,066	0,132
12	36	0,0365	3	0,110	0,068	0,137
13	39	0,0376	3	0,113	0,071	0,141
14	42	0,0388	2,5	0,097	0,061	0,121
покр.	44	0,0395	2,7	0,107	0,067	0,133
шахта	44	0,0395	1,25	0,049	0,031	0,062
шахта	46,5	0,0404	2,45	0,099	0,062	0,124

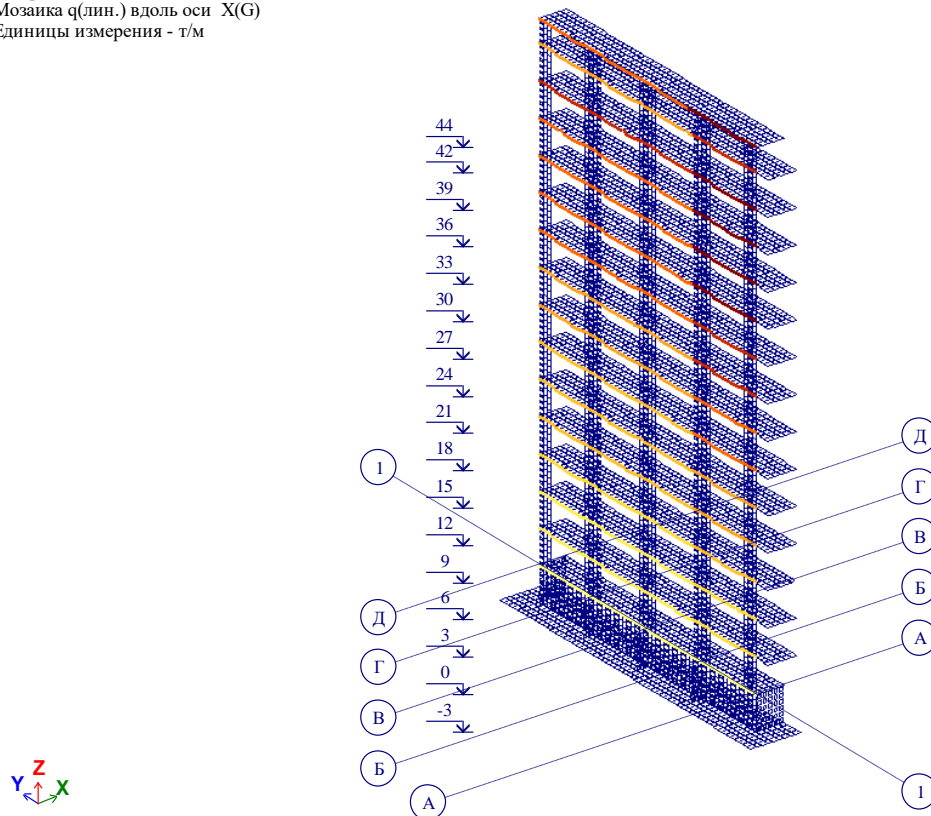
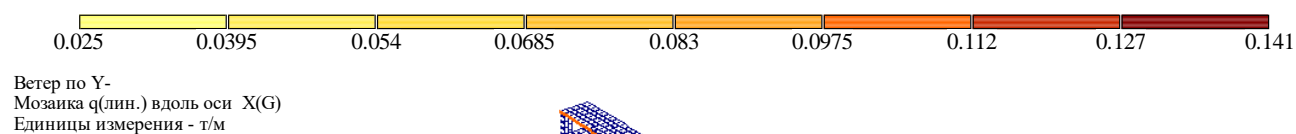


Рис. 13. Нагрузка от ветра по оси X.

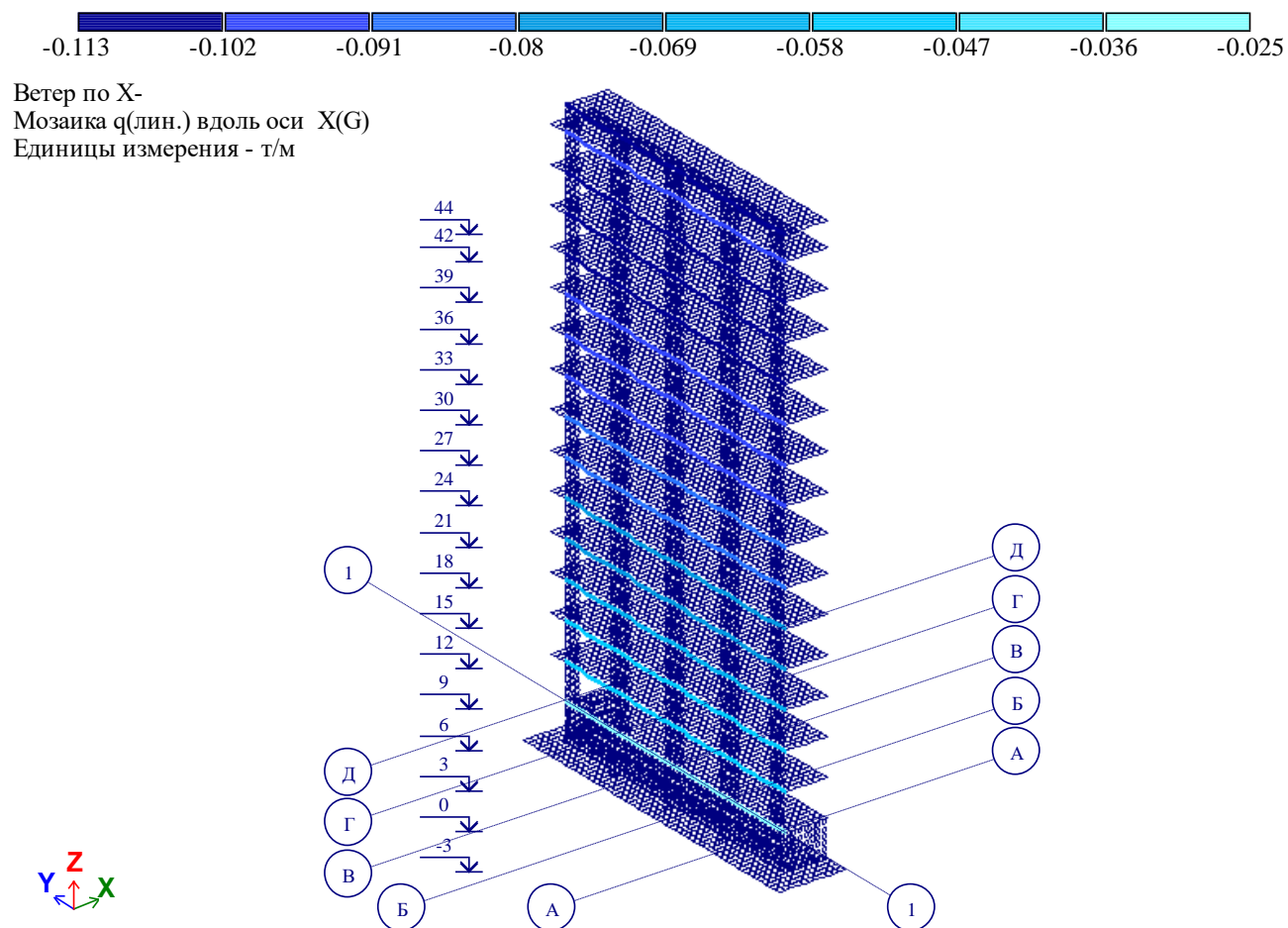


Рис. 14. Нагрузка от ветра по оси X.

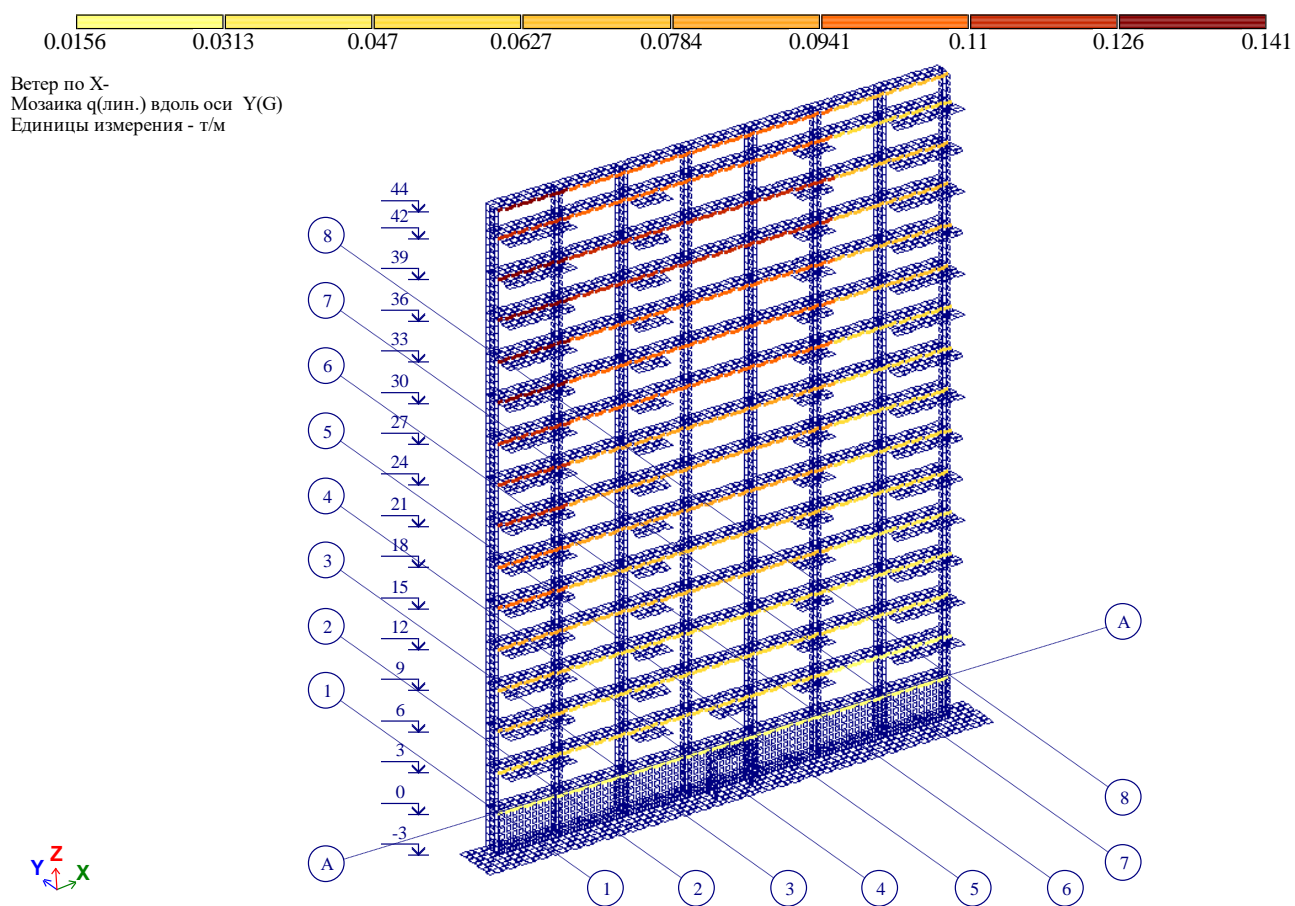


Рис. 15. Нагрузка от ветра по оси Y.

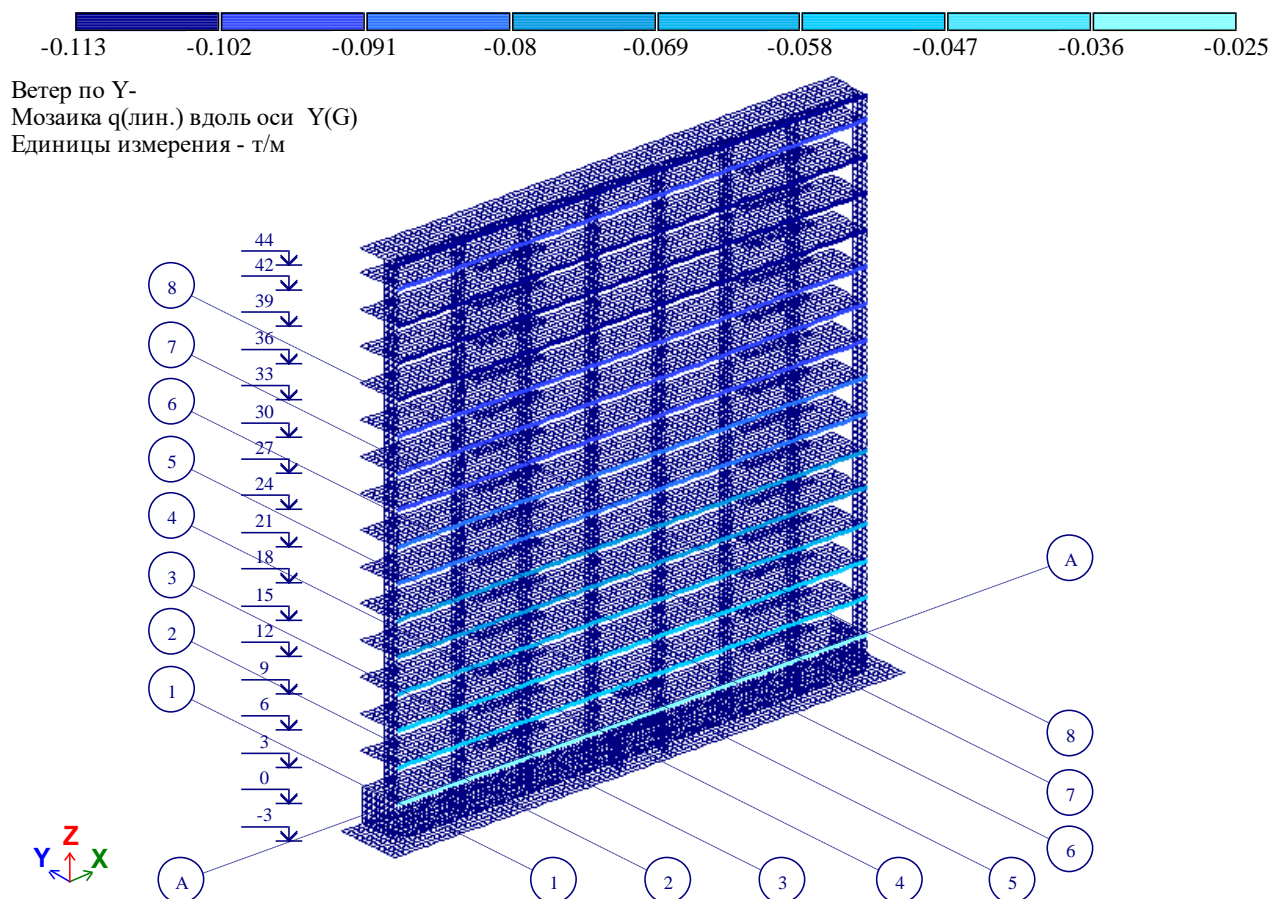


Рис. 16. Нагрузка от ветра по оси Y.

Расчетные сочетания усилий

Номер таблицы РСУ: 11

Имя таблицы РСУ: СП_1

Строительные нормы: СП 20.13330.2011

Номер загрузки: 1

Вид загрузки: Постоянное(0)

Н группы объединяемых временных нагрузок: 0

Учитывать знакопеременность: ☐

Н группы взаимоисключающих нагрузок: 0

NN сопутствующих нагрузок: 0

Коэффициент надежности: 1.10

Доля длительности: 1.00

Не учитывать для II-го пред. сост.: ☐

Ограничения для кранов и тормозов: ☐ Кран ☐ Тормоз

Кoeffициенты для РСУ

#	1 основ	2 основ	Особ.(C)	Особ.(6 C)	5 сочет.	6 сочет.	7 сочет.	8 сочет.	9 сочет.	10 сочет.	11 сочет.	12 сочет.	13 сочет.	14 сочет.	15 сочет.
1	1.00	1.00	0.90	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	1.00	1.00	0.90	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	1.00	1.00	0.90	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	1.00	1.00	0.50	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	1.00	1.00	0.50	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	1.00	1.00	0.90	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	1.00	1.00	0.80	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	1.00	1.00	0.50	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	1.00	1.00	0.90	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	1.00	1.00	0.90	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Сводная таблица для вычисления РСУ:

№	Имя загрузки	Вид	Параметры РСУ	Коэффициенты РСУ
1	Собственный...	Постоянное(0)	0 0 0 0 0 0 1.10 1.00	1.00 1.00 0.90 1.00
2	Полы и покр...	Постоянное(0)	0 0 0 0 0 0 1.20 1.00	1.00 1.00 0.90 1.00
3	Стены и пере...	Постоянное(0)	0 0 0 0 0 0 1.15 1.00	1.00 1.00 0.90 1.00
4	Полезная	Кратковреме...	2 0 0 0 0 0 1.20 0.50	1.00 1.00 0.50 0.80
5	Полезная жи...	Кратковреме...	2 0 0 0 0 0 1.20 0.50	1.00 1.00 0.50 0.80
6	Грунт постоя...	Постоянное(0)	0 0 0 0 0 0 1.20 1.00	1.00 1.00 0.90 1.00
7	Грунт времен...	Длительное ...	1 0 0 0 0 0 1.20 1.00	1.00 1.00 0.80 1.00
8	Полезная ле...	Кратковреме...	2 0 0 0 0 0 1.20 0.35	1.00 1.00 0.50 0.80
9	Лестница по...	Постоянное(0)	0 0 0 0 0 0 1.20 1.00	1.00 1.00 0.90 1.00
10	Лифт постоя...	Постоянное(0)	0 0 0 0 0 0 1.20 1.00	1.00 1.00 0.90 1.00
11	Снег	Кратковреме...	2 0 0 0 0 0 1.40 0.50	1.00 1.00 0.50 0.80
12	Ветер по Y-	Неактивное ...	9 0 0 0 0 0 0.00 0.00	0.00 0.00 0.00
13	Ветер по Y+	Неактивное ...	9 0 0 0 0 0 0.00 0.00	0.00 0.00 0.00
14	Ветер по X-	Неактивное ...	9 0 0 0 0 0 0.00 0.00	0.00 0.00 0.00
15	Ветер по X+	Неактивное ...	9 0 0 0 0 0 0.00 0.00	0.00 0.00 0.00
16	Ветер по Y- д...	Мгновенное(7)	7 0 0 1 0 0 0 1.40 0.00	1.00 1.00 0.50 0.80
17	Ветер по Y+ ...	Мгновенное(7)	7 0 0 1 0 0 0 1.40 0.00	1.00 1.00 0.50 0.80
18	Ветер по X- д...	Мгновенное(7)	7 0 0 1 0 0 0 1.40 0.00	1.00 1.00 0.50 0.80
19	Ветер по X+ ...	Мгновенное(7)	7 0 0 1 0 0 0 1.40 0.00	1.00 1.00 0.50 0.80

Рис. 17. Параметры РСУ.

Расчетные сочетания нагрузок

Номер таблицы РСН

1

Имя таблицы РСН

СП 20.13330.2011_1

☐ Определяющие РСН

СП 20.13330.2011

☐ Не учитывать сейсмику для II-го ПС
 ☐ Не учитывать особое нагруж. для II-го ПС

	N загруз.	Наименование	Вид	Знакоперем.	Взаимоискл.	Козф. надежн.	Доля длительн.	РСН1	РСН2	РСН3	РСН4	РСН5	РСН6
1	1	Собственный вес	Постоянное (P)	+		1.1	1.0	0.909	1.	0.	0.	0.	0.
2	2	Полы и покрытия	Постоянное (P)	+		1.2	1.0	0.833	1.	0.	0.	0.	0.
3	3	Стены и перегородки	Постоянное (P)	+		1.15	1.0	0.87	1.	0.	0.	0.	0.
4	4	Полезная	Постоянное (P)	+		1.2	.5	0.833	1.	0.	0.	0.	0.
5	5	Полезная жильё	Постоянное (P)	+		1.2	.5	0.833	1.	0.	0.	0.	0.
6	6	Грунт постоянная	Постоянное (P)	+		1.2	1.0	0.833	1.	0.	0.	0.	0.
7	7	Грунт временная	Постоянное (P)	+		1.2	1.0	0.833	1.	0.	0.	0.	0.
8	8	Лестница полезная	Постоянное (P)	+		1.2	.35	0.29	1.	0.	0.	0.	0.
9	9	Лестница постоянная	Постоянное (P)	+		1.2	1.0	0.833	1.	0.	0.	0.	0.
10	10	Лифт постоянная	Постоянное (P)	+		1.2	1.0	0.833	1.	0.	0.	0.	0.
11	11	Снег	Постоянное (P)	+		1.4	.5	0.5	1.	0.	0.	0.	0.
12	12	Ветер по Y-	Постоянное (P)	+		.0	.0	0.	0.	0.	0.	0.	0.
13	13	Ветер по Y+	Постоянное (P)	+		.0	.0	0.	0.	0.	0.	0.	0.
14	14	Ветер по X-	Постоянное (P)	+		.0	.0	0.	0.	0.	0.	0.	0.
15	15	Ветер по X+	Постоянное (P)	+		.0	.0	0.	0.	0.	0.	0.	0.
16	16	Ветер по Y- дин.	Постоянное (P)	+	1	1.4	.0	0.	0.	0.72	0.	0.	0.
17	17	Ветер по Y+ дин.	Постоянное (P)	+	1	1.4	.0	0.	0.	0.	0.72	0.	0.
18	18	Ветер по X- дин.	Постоянное (P)	+	1	1.4	.0	0.	0.	0.	0.	0.72	0.
19	19	Ветер по X+ дин.	Постоянное (P)	+	1	1.4	.0	0.	0.	0.	0.	0.	0.72

Основное сочетание (I ПС)

Особое сочетание (I ПС)

Добавить

Козфициенты

$$p^d + \psi_{11} \cdot p_{11}^d + \sum_{i=2}^{n1} \psi_{1i} \cdot p_{1i}^d +$$

$$+ \psi_{11} \cdot p_{11}^d + \psi_{12} \cdot p_{12}^d + \sum_{j=3}^{n1} \psi_{1j} \cdot p_{1j}^d$$

Рис. 18. Параметры РСН.

Лист

20

5. Определение давления под подошвой фундаментной плиты

В качестве исходных данных для проектирования в соответствии с заданием принимаем следующие величины:

$$P_z = 24777 \text{ т};$$

$$p_{\text{ф.пл.}} = \frac{P_z}{A} = \frac{21906}{53 \cdot 24} = 19,48 \frac{\text{т}}{\text{м}^2}.$$

Данные по грунтам основания приведены далее в таблице.

Характеристики грунтов																			
1	А	В	С	Д	Е	Г	Н	И	К	Л	М	О	Р	Q	R	S	T	U	V
2	На	Усл.	Наименование	Цвет	Модуль	Кэф-	Удель-	Кэффи-	Природ-	Показа-	Вода	Кэффи-	Удельное	Угол	Предельное	Кэффи-			
3	ИГЭ	обозн.	грунта		дефор-	фици-	ный	ент пере-	ная	тель	Лесс	циент	сцепление	внутрен-	напряжения	пропорцио-			
4					мации,	ент	вес	хода ко 2	влаж-	теку-		порист-	Рс,	него	растяжения	нальности K,			
5					т/м**2	Пувас-	грунта	модулю де-	ности	чести		тости	т/м**2	т/м**2	Rs,	тс/м**4			
6						сона	т/м**3	формации	доли	IL		е		Fi *		и код грунта			
7	1		Насыпной		1000	0.3	1.8	1000000	0.05	0.2		0.7	0.5	16	0.1	700	Cf	Глина текучепластичная IL=0.75...1, K=700...400 тс/м**4	
8	2		Песок пылеватый		1800	0.3	1.75	1000000	0.25			0.54	0.1	31	0.02	1200	S0	Песок пылеватый e=0.6...0.8, K=1200...700 тс/м**4	
9	3		Супесь		2000	0.3	1.82	1000000	0.26	1.1	W	0.72	0.8	22	0.16	700	Sp	Супесь пластичная IL=0...0.75, K=1200...700 тс/м**4	
10	4		Суглинок тугопл.		1800	0.35	1.87	1000000	0.17	0.26		0.68	2	18	0.4	1592	Ls	Суглинок тугопластичный или полутвердый IL=0...0.75, K=1800...1200	
11	5		Глина полутверд.		2200	0.42	1.92	1000000	0.02	0.15		0.8	5	16	1	1680	Cs	Глина тугопластичная или полутвердая IL=0...0.75, K=1800...1200	
12																			
13																			
14																			
15																			
16																			
17																			
18																			
19																			
20																			
21																			
22																			
23																			
24																			
25																			
26																			
27																			

Примечания: значения Rc, Fi, Rs в расчете коэффициентов постели C1, C2 не используются, но задаются для последующего экспорта в жесткости ЛИРА-САПР. Значения IL и K используются для расчета жесткости свай (КЗ 57)

Рис. 19. Характеристики грунтов основания.

6. Результаты расчёта

Протокол расчета

Дата: 30.12.2022

AuthenticAMD AMD Ryzen 5 3600 6-Core Processor

12 threads

Microsoft Windows 10 Professional RUS 64-bit. Build 22000

Размер доступной физической памяти = 11679211008

14:35 Чтение исходных данных из файла C:\Users\Public\Documents\LIRA SAPR\LIRA SAPR 2016 NonCommercial\Data\22st2m_petrzhikovsky.txt

14:35 Контроль исходных данных основной схемы

Количество узлов = 93837 (из них количество неудаленных = 93837)

Количество элементов = 91097 (из них количество неудаленных = 91097)

ОСНОВНАЯ СХЕМА

14:35 Оптимизация порядка неизвестных

Количество неизвестных = 474829

РАСЧЕТ НА СТАТИЧЕСКИЕ ЗАГРУЖЕНИЯ

14:35 Формирование матрицы жесткости

14:35 Формирование векторов нагрузок

14:35 Разложение матрицы жесткости

14:36 Вычисление неизвестных

14:37 Контроль решения

РАСЧЕТ НА ДИНАМИЧЕСКИЕ ЗАГРУЖЕНИЯ

14:37 Формирование матрицы масс для динамического нагружения №16

14:37 Формирование матрицы масс для динамического нагружения №17

14:37 Формирование матрицы масс для динамического нагружения №18

14:37 Формирование матрицы масс для динамического нагружения №19

Вычисление собственных колебаний для динамических загрузок №№16 17 18 19

Суммарные массы: $m_X=2323.92$ $m_Y=2323.92$ $m_Z=2323.95$ $m_{UX}=0$ $m_{UY}=0$ $m_{UZ}=0$

14:37 Контроль пригодности схемы для вычисления собственных колебаний при таком приложении масс. Контроль осуществляется путем приложения масс как статических нагрузок

14:37 Вычисление собственных колебаний

14:37 Итерация №1

14:37 Итерация №2

Найдено форм 0 (из них 0 в заданном диапазоне)

14:37 Итерация №3

Найдено форм 2 (из них 2 в заданном диапазоне)

14:37 Итерация №4

Найдено форм 3 (из них 3 в заданном диапазоне)

14:37 Формирование векторов динамических нагрузок

14:37 Вычисление неизвестных

Формирование результатов

14:37 Формирование топологии

14:37 Формирование перемещений

14:37 Вычисление и формирование усилий в элементах

14:37 Вычисление и формирование реакций в элементах

14:37 Вычисление и формирование эпюр усилий в стержнях

14:37 Вычисление и формирование эпюр прогибов в стержнях

14:37 Формирование форм колебаний

Суммарные узловые нагрузки на основную схему:

Загружение 1 $P_X=0$ $P_Y=0$ $P_Z=14870.4$ $P_{UX}=0.0163927$ $P_{UY}=-5.25931e-013$ $P_{UZ}=0$

Загружение 2 $P_X=0$ $P_Y=0$ $P_Z=2758.3$ $P_{UX}=0.00344412$ $P_{UY}=-1.16472e-013$ $P_{UZ}=0$

Загружение 3 $P_X=0$ $P_Y=0$ $P_Z=4955.29$ $P_{UX}=4.17718e-006$ $P_{UY}=-9.09492e-008$ $P_{UZ}=0$

Загружение 4 $P_X=0$ $P_Y=0$ $P_Z=673.02$ $P_{UX}=8.10766e-015$ $P_{UY}=-2.10799e-014$ $P_{UZ}=0$

Загружение 5 $P_X=0$ $P_Y=0$ $P_Z=2768.17$ $P_{UX}=0.00799528$ $P_{UY}=-9.66289e-014$ $P_{UZ}=0$

Загрузка 6 PX=-1.39611e-014 PY=2.81719e-014 PZ=1787.04 PUX=8.06625e-015 PUY=-4.70008e-014 PUZ=2.27336e-015
 Загрузка 7 PX=-7.04992e-015 PY=1.41553e-014 PZ=0 PUX=0 PUY=1.04083e-015 PUZ=9.99201e-016
 Загрузка 8 PX=0 PY=0 PZ=193.52 PUX=1.37976e-015 PUY=-5.60034e-015 PUZ=0
 Загрузка 9 PX=0 PY=0 PZ=59.88 PUX=-8.28679e-016 PUY=-9.36751e-016 PUZ=0
 Загрузка 10 PX=0 PY=0 PZ=18 PUX=1.05818e-016 PUY=-4.3715e-016 PUZ=0
 Загрузка 11 PX=0 PY=0 PZ=284.073 PUX=-0.0157639 PUY=-8.02678e-015 PUZ=0
 Загрузка 12 PX=2.28706e-014 PY=-141.229 PZ=0 PUX=0 PUY=0 PUZ=0
 Загрузка 13 PX=4.44089e-015 PY=108.161 PZ=0 PUX=0 PUY=0 PUZ=0
 Загрузка 14 PX=-45.3529 PY=0.0982995 PZ=0 PUX=0 PUY=0 PUZ=0
 Загрузка 15 PX=45.3529 PY=0.0982995 PZ=0 PUX=0 PUY=0 PUZ=0
 Загрузка 16-1 PX=-1.82168 PY=-0.0219382 PZ=0.00485576 PUX=0 PUY=0 PUZ=0
 Загрузка 16-2 PX=2.40069 PY=-108.717 PZ=0.247885 PUX=0 PUY=0 PUZ=0
 Загрузка 16-3 PX=-0.220415 PY=-0.0112148 PZ=0.00070931 PUX=0 PUY=0 PUZ=0
 Загрузка 16-4 PX=2.74988e-014 PY=-141.229 PZ=0 PUX=0 PUY=0 PUZ=0
 Загрузка 17-1 PX=0.957977 PY=0.0115368 PZ=-0.00255353 PUX=0 PUY=0 PUZ=0
 Загрузка 17-2 PX=-1.86167 PY=84.3072 PZ=-0.192229 PUX=0 PUY=0 PUZ=0
 Загрузка 17-3 PX=0.621094 PY=0.0316015 PZ=-0.00199872 PUX=0 PUY=0 PUZ=0
 Загрузка 17-4 PX=7.35523e-016 PY=108.161 PZ=0 PUX=0 PUY=0 PUZ=0
 Загрузка 18-1 PX=-34.3934 PY=-0.414194 PZ=0.0916771 PUX=0 PUY=0 PUZ=0
 Загрузка 18-2 PX=-0.0227537 PY=1.03042 PZ=-0.00234946 PUX=0 PUY=0 PUZ=0
 Загрузка 18-3 PX=-5.11606 PY=-0.260307 PZ=0.0164638 PUX=0 PUY=0 PUZ=0
 Загрузка 18-4 PX=-45.3529 PY=0.0982995 PZ=0 PUX=0 PUY=0 PUZ=0
 Загрузка 19-1 PX=34.3978 PY=0.414247 PZ=-0.0916889 PUX=0 PUY=0 PUZ=0
 Загрузка 19-2 PX=0.0128381 PY=-0.581383 PZ=0.00132561 PUX=0 PUY=0 PUZ=0
 Загрузка 19-3 PX=5.12084 PY=0.26055 PZ=-0.0164792 PUX=0 PUY=0 PUZ=0
 Загрузка 19-4 PX=45.3529 PY=0.0982995 PZ=0 PUX=0 PUY=0 PUZ=0

Расчет успешно завершен

Затраченное время = 3 мин

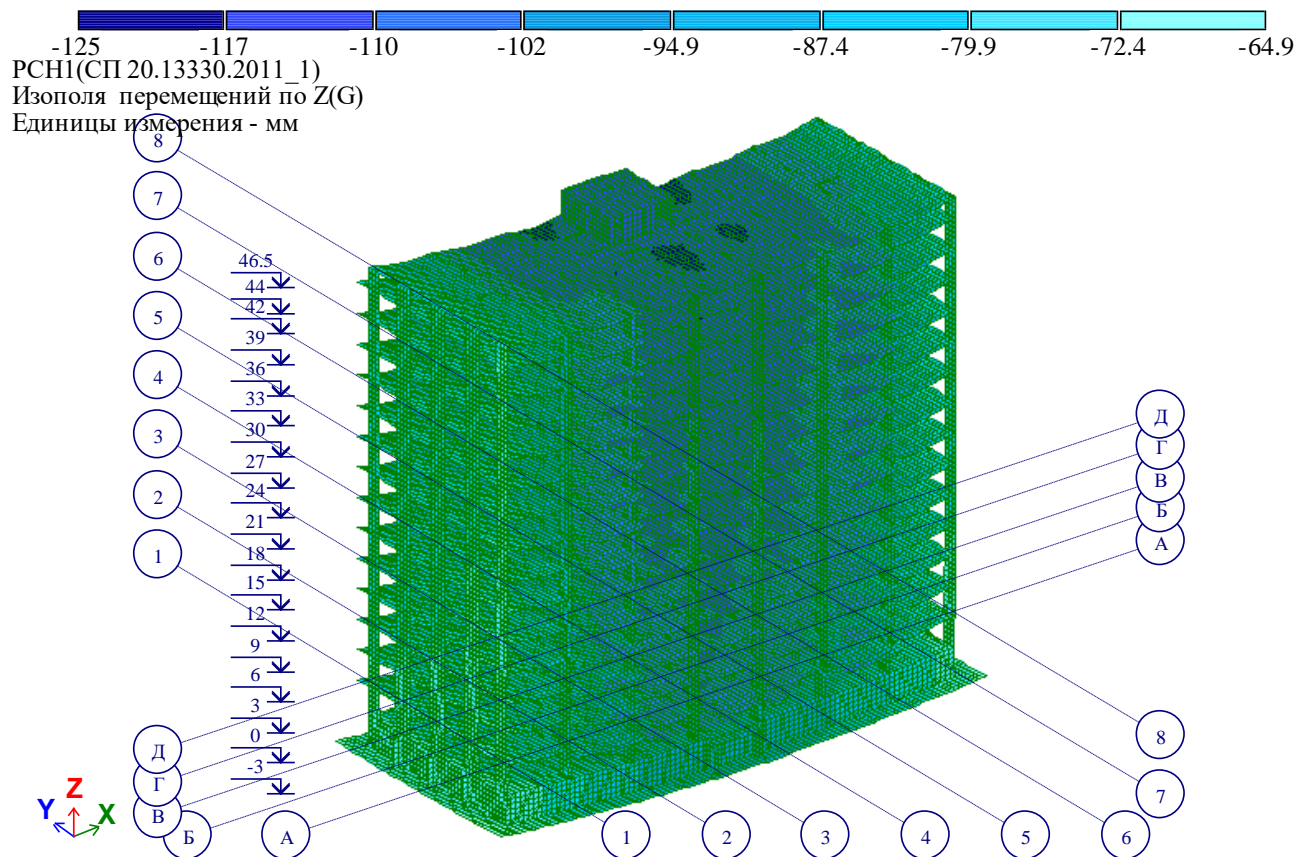


Рис. 20. Изополя перемещений здания по оси Z.

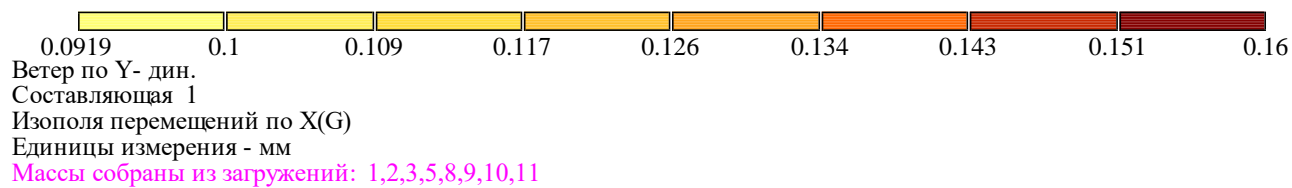


Рис. 21. Изополя перемещений здания по оси X.

-5.83 -5.51 -5.2 -4.89 -4.59 -4.28 -3.97 -3.66 -3.35
 Ветер по X+ дин.
 Составляющая 1
 Изополя перемещений по X(G)
 Единицы измерения - мм
 Массы собраны из загрузений: 1,2,3,5,8,9,10,11

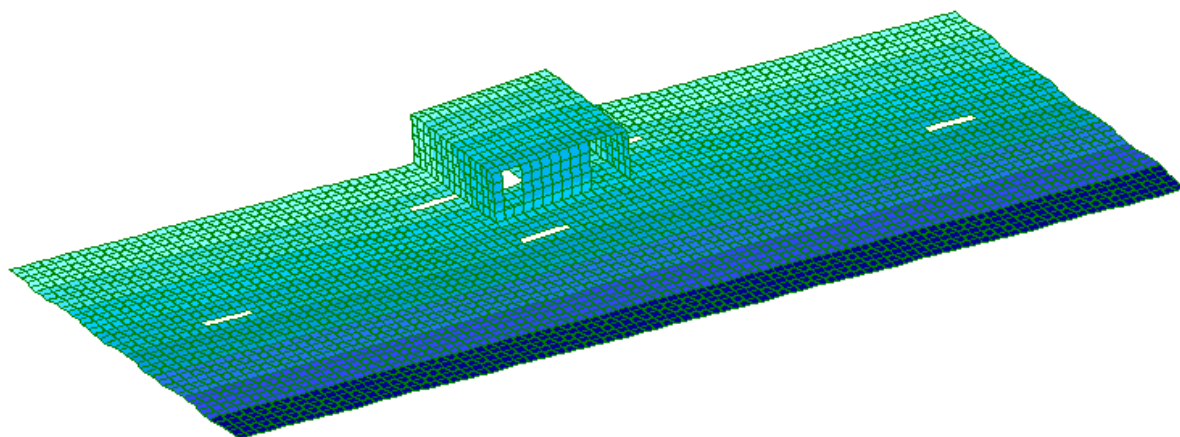


Рис. 22. Изополя перемещений здания по оси X.

-0.083 -0.073 -0.062 -0.052 -0.041 -0.0314 -0.021 -0.01 -0.0008 0.00083 0.0105 0.021 0.0314 0.0419 0.0524 0.0629 0.0734 0.0839
 Ветер по Y- дин.
 Составляющая 1
 Изополя перемещений по Y(G)
 Единицы измерения - мм
 Массы собраны из загрузений: 1,2,3,5,8,9,10,11

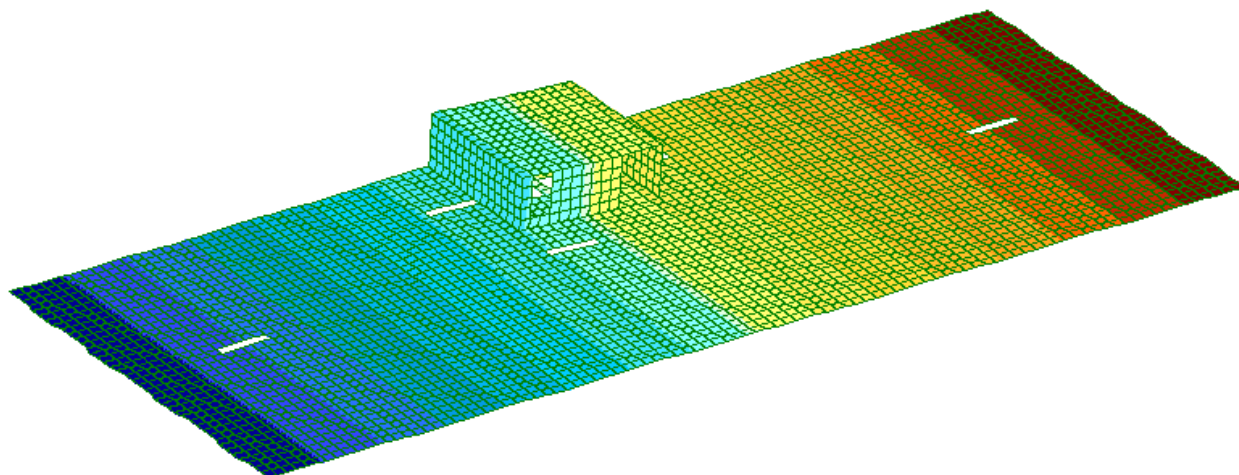


Рис. 23. Изополя перемещений здания по оси Y.

-3.06 -2.67 -2.29 -1.91 -1.53 -1.15 -0.764 -0.382 -0.030 0.0303 0.382 0.764 1.15 1.53 1.91 2.29 2.67 3.03
 Ветер по X+ дин.
 Составляющая 1
 Изополя перемещений по Y(G)
 Единицы измерения - мм
 Массы собраны из загрузений: 1,2,3,5,8,9,10,11

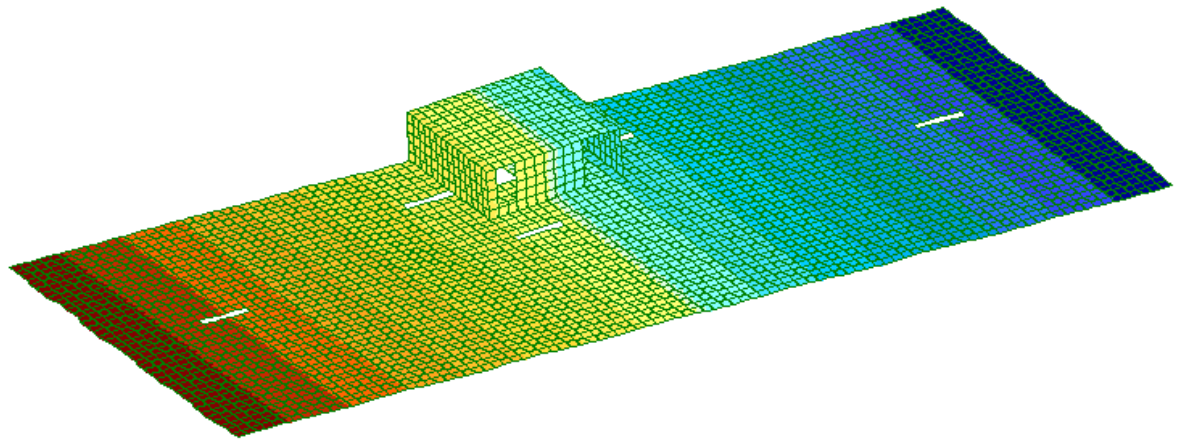


Рис. 24. Изополя перемещений здания по оси Y.

0.0234 0.0262 0.029 0.0318 0.0345 0.0373 0.0401 0.0429 0.0457
 Ветер по X- дин.
 Составляющая 1
 Показать мозаику ускорений a
 Единицы измерения - м/с**2
 Массы собраны из загрузений: 1,2,3,5,8,9,10,11

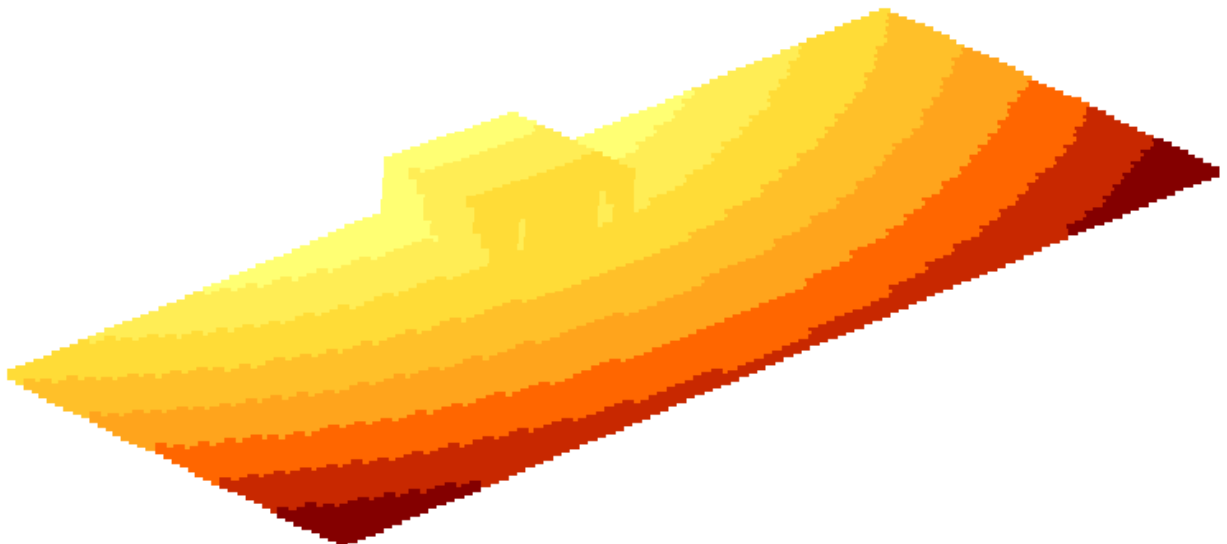


Рис. 25. Мозаика ускорений a.

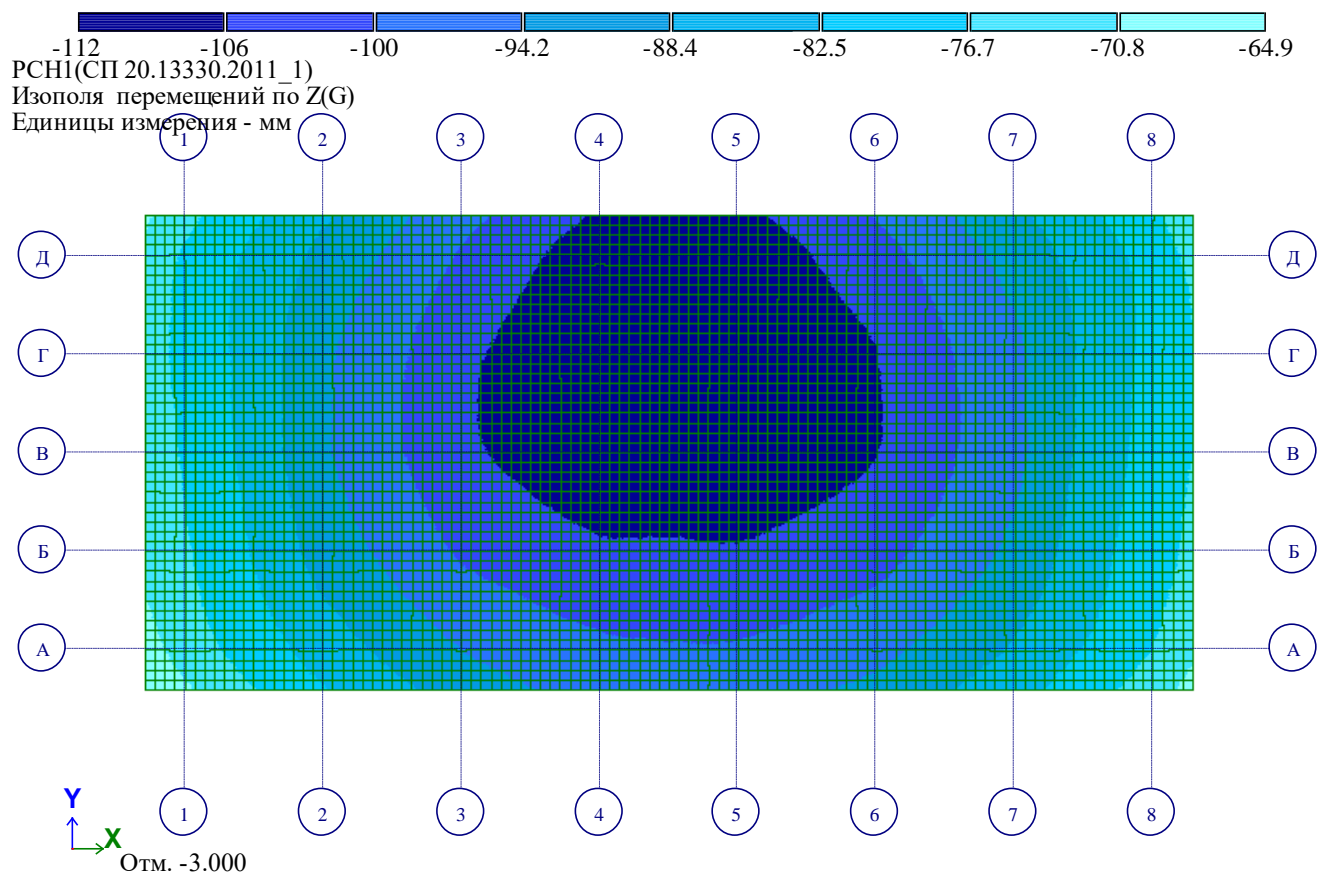


Рис. 26. Изополя перемещений фундаментной плиты по оси Z.

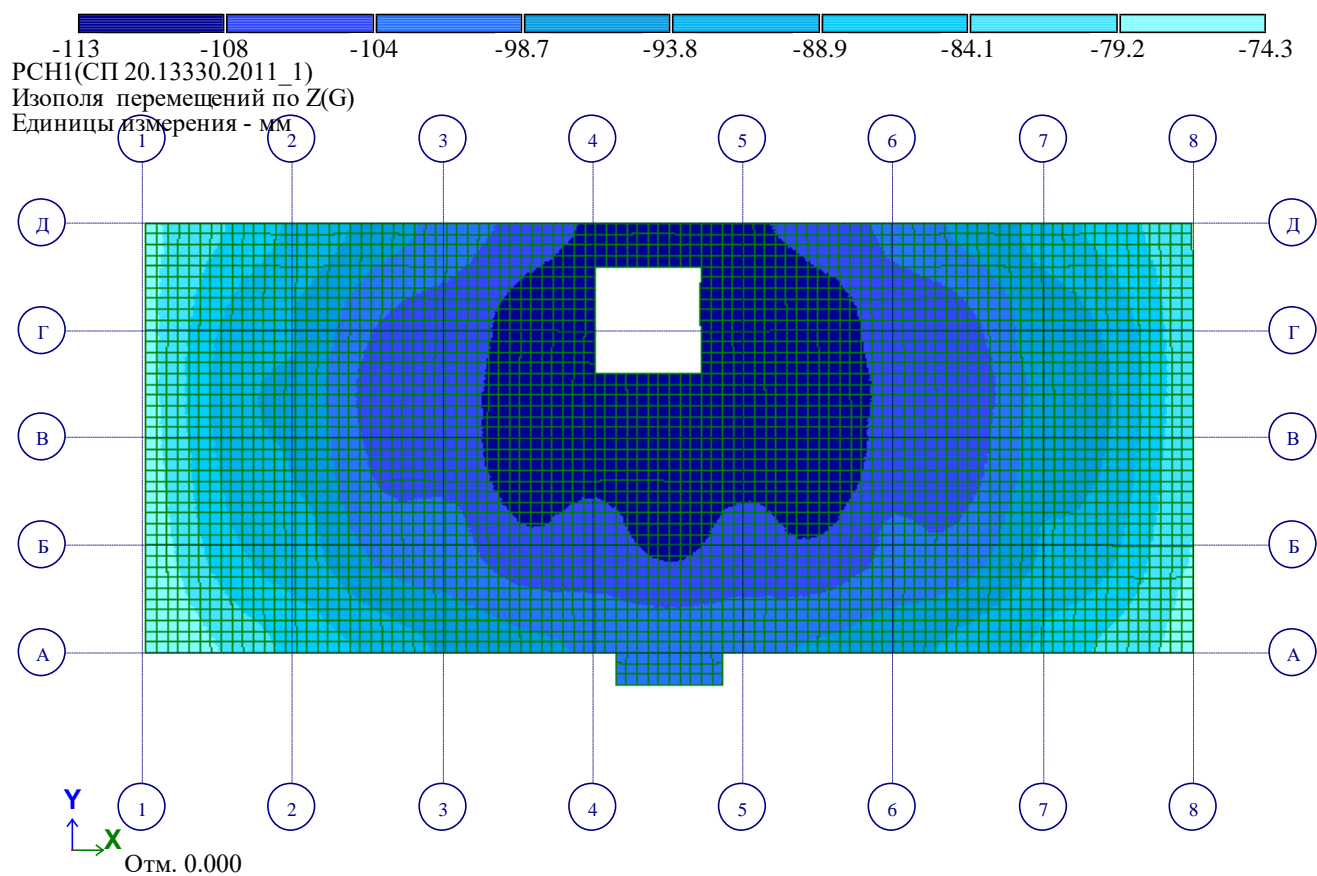


Рис. 27. Изополя перемещений плиты перекрытия над подвалом по оси Z.

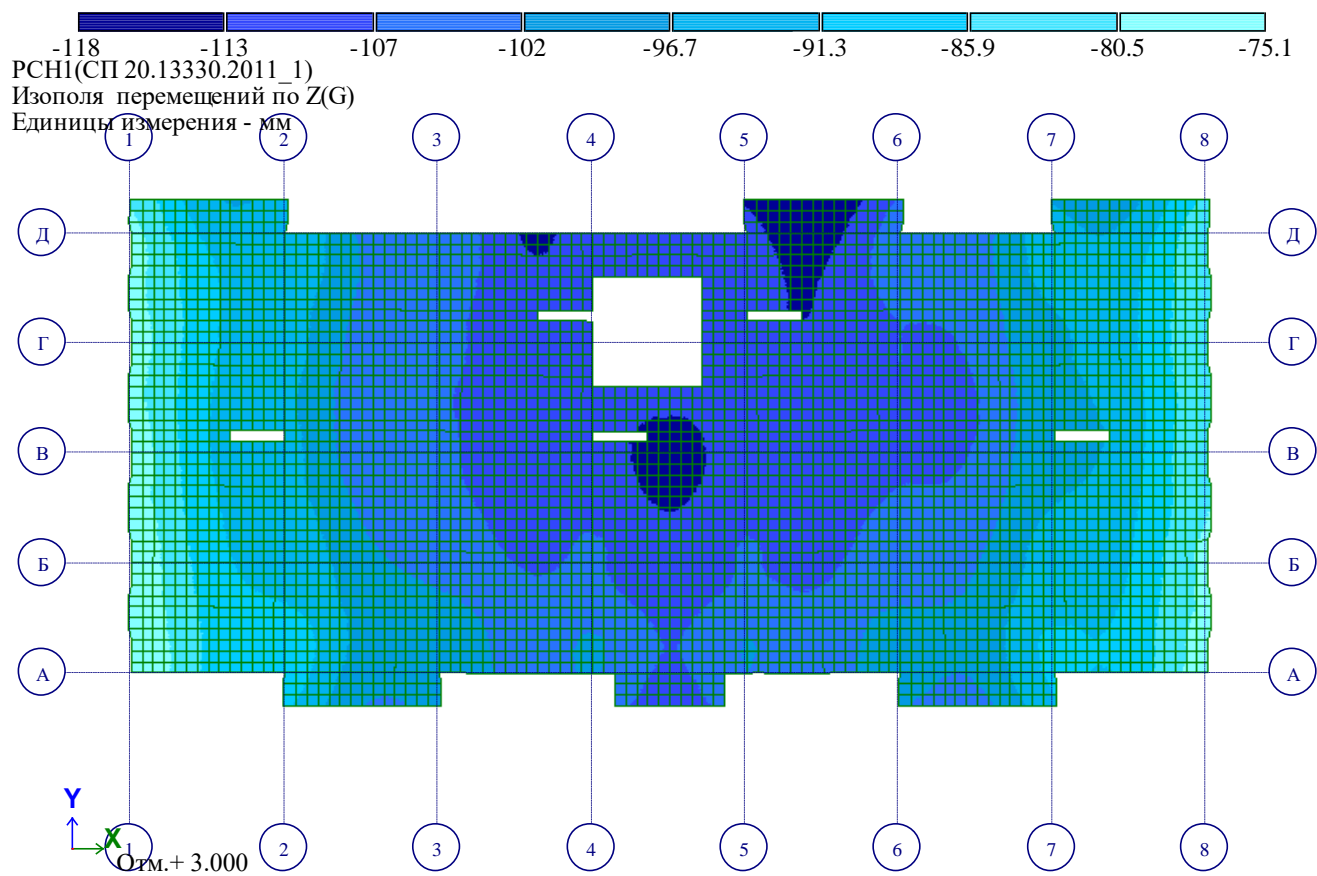


Рис. 28. Изополя перемещений плиты перекрытия над первым этажом по оси Z.

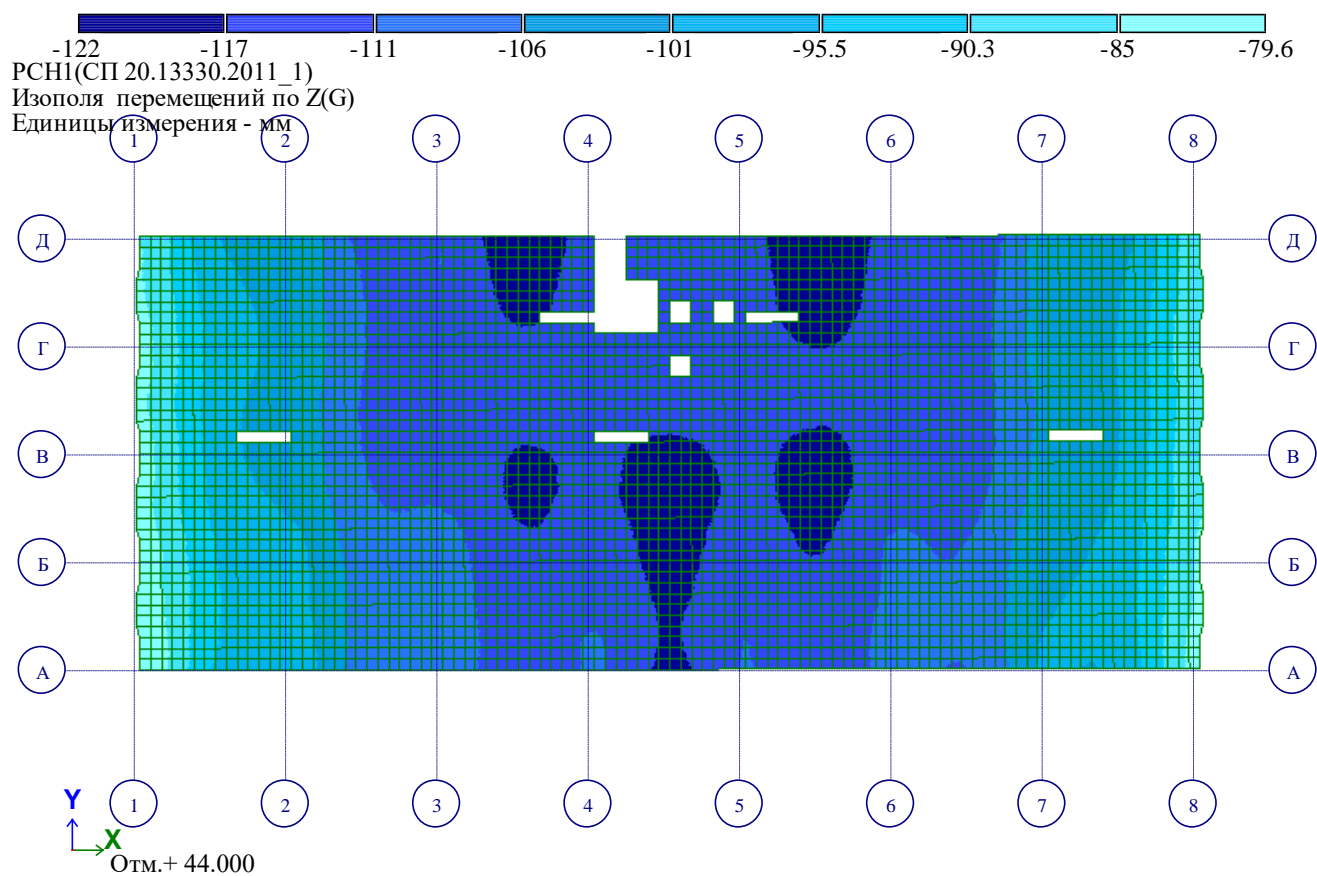


Рис. 29. Изополя перемещений плиты покрытия по оси Z.

7. Результаты армирования

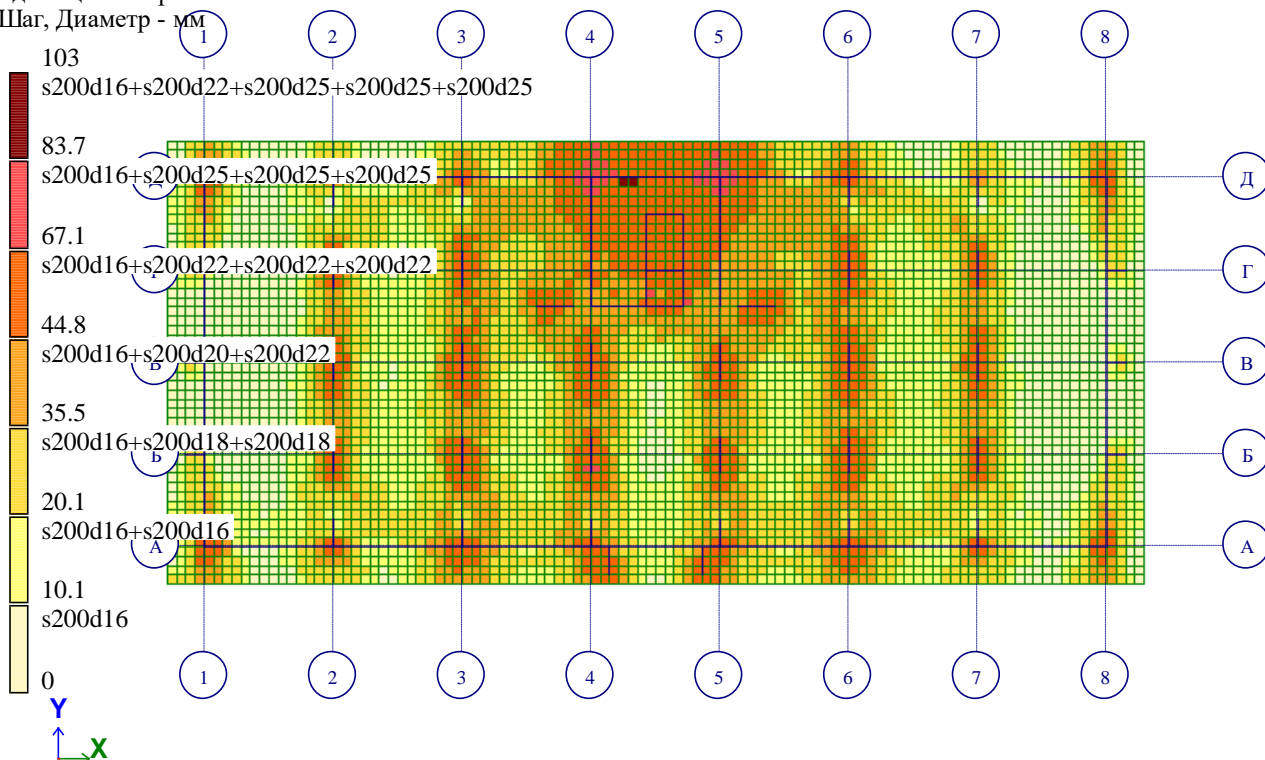
Армирование фундаментной плиты

Вариант конструирования: Вариант 1

Расчет по РСУ:СП_1 (СП 63.13330.2012)

Единицы измерения - $\text{см}^2/\text{м}$

Шаг, Диаметр - мм



Площадь полной арматуры на 1пм по оси X у нижней грани (балки-стенки - посередине); максимум в элементе 5152

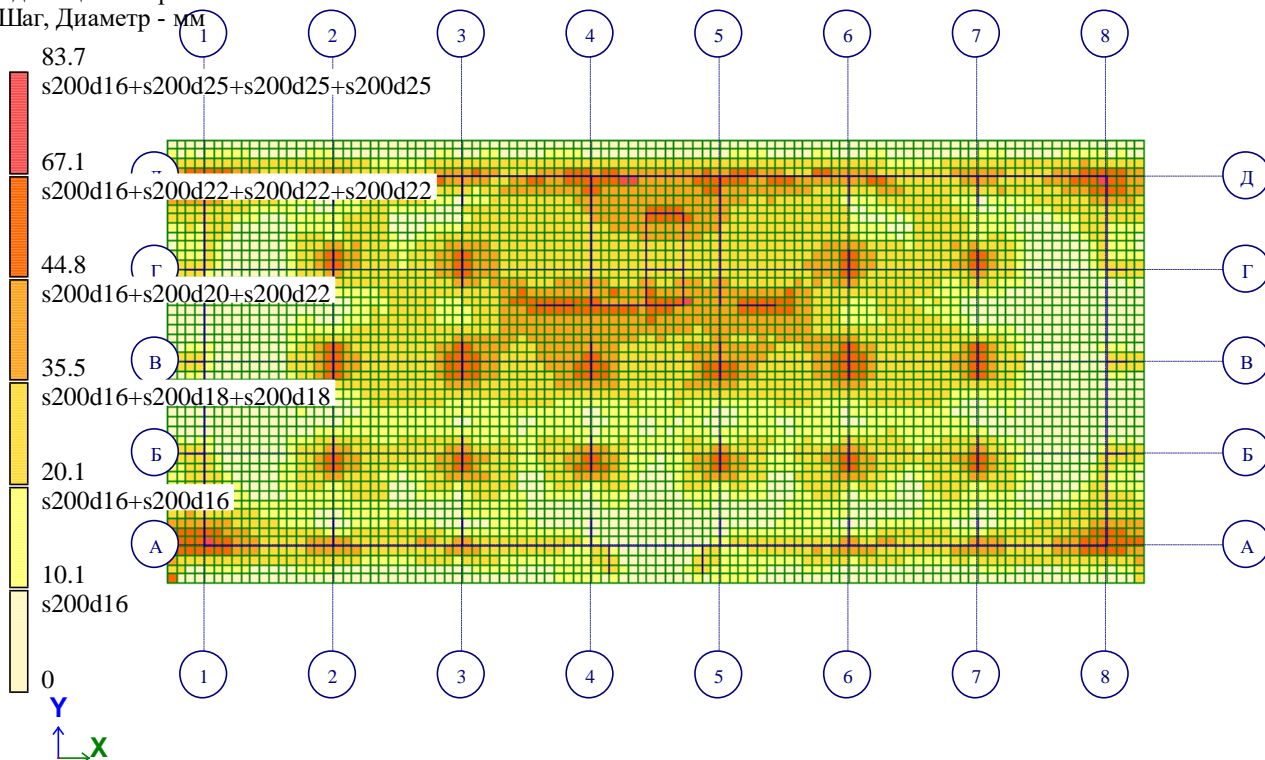
Рис. 30. Расчетное армирование фундаментной плиты по оси X у нижней грани.

Вариант конструирования: Вариант 1

Расчет по РСУ:СП_1 (СП 63.13330.2012)

Единицы измерения - $\text{см}^2/\text{м}$

Шаг, Диаметр - мм



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

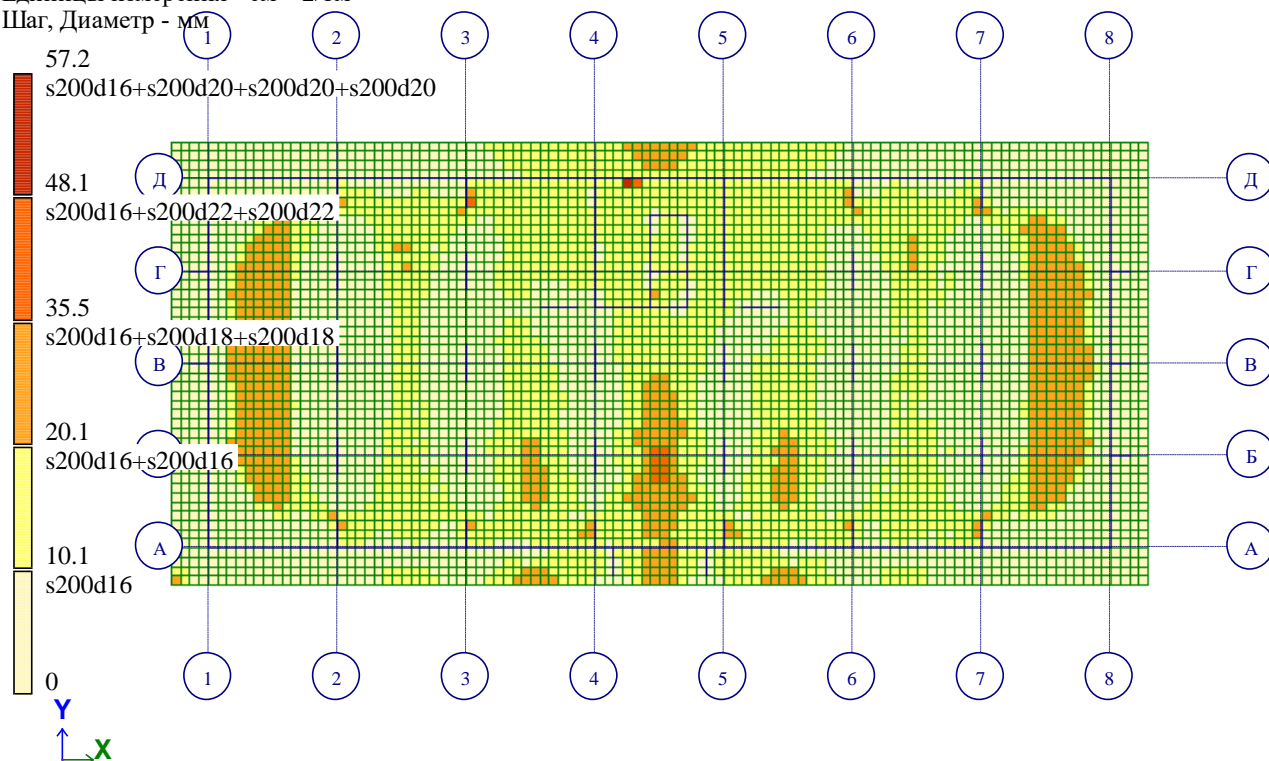
Рис. 31. Расчетное армирование фундаментной плиты по оси Y у нижней грани.

Вариант конструирования: Вариант 1

Расчет по РСУ:СП_1 (СП 63.13330.2012)

Единицы измерения - см**2/1м

Шаг, Диаметр - мм



Площадь полной арматуры на 1пм по оси X у верхней грани; максимум в элементе 1

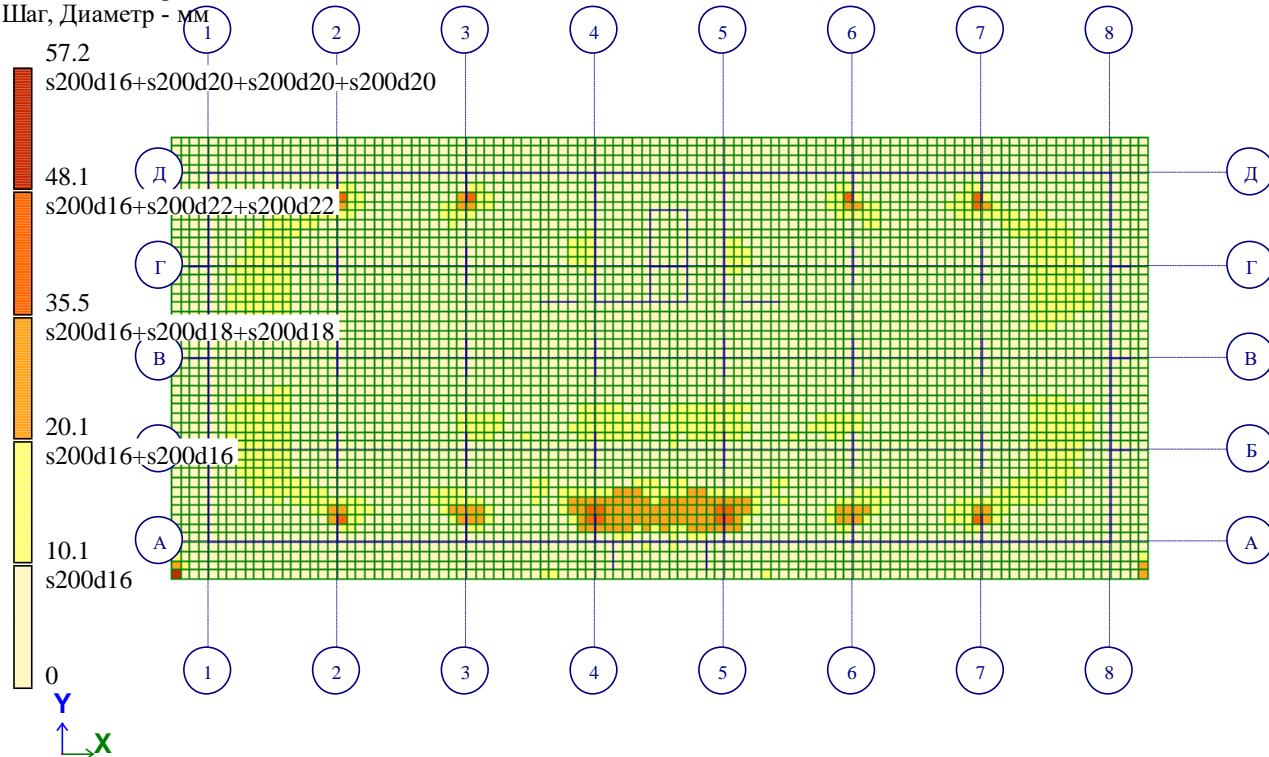
Рис. 32. Расчетное армирование фундаментной плиты по оси X у верхней грани.

Вариант конструирования: Вариант 1

Расчет по РСУ:СП_1 (СП 63.13330.2012)

Единицы измерения - см**2/1м

Шаг, Диаметр - мм



Площадь полной арматуры на 1пм по оси Y у верхней грани; максимум в элементе 1

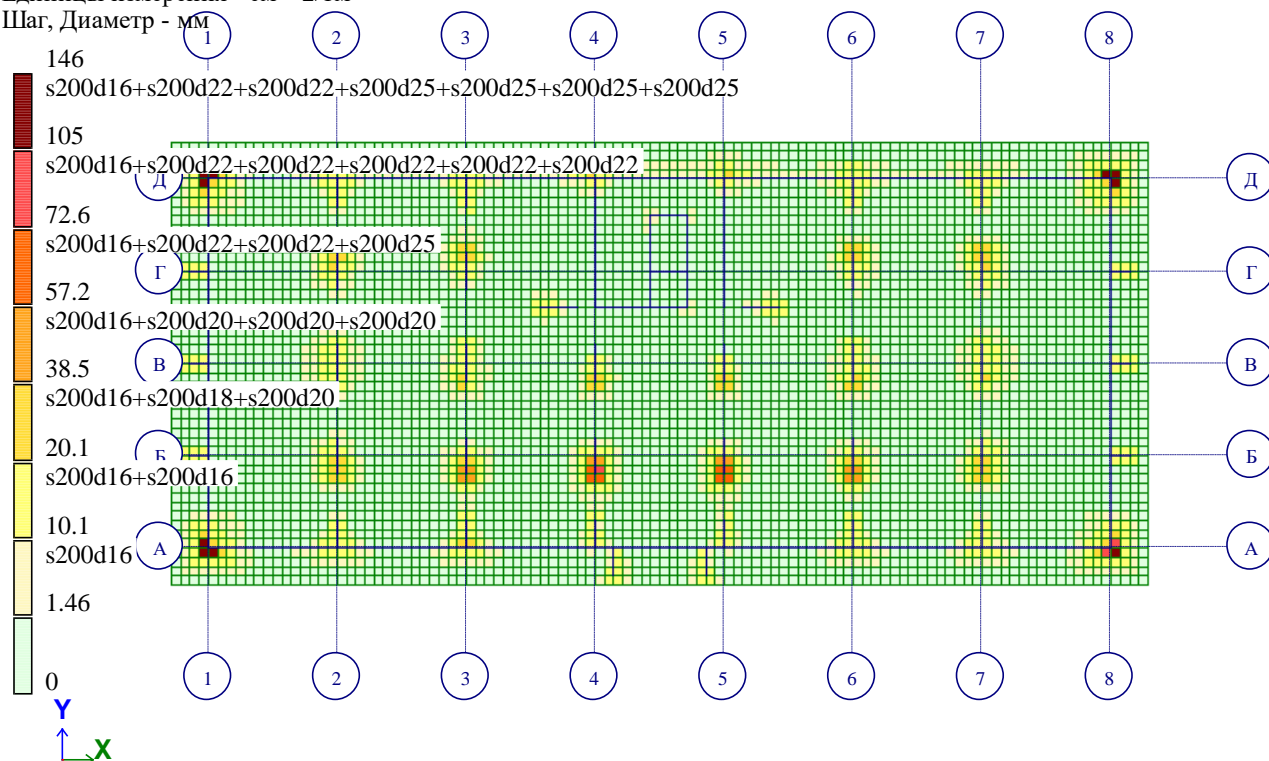
Рис. 33. Расчетное армирование фундаментной плиты по оси Y у верхней грани.

Вариант конструирования: Вариант 1

Расчет по РСН: СП_1 (СП 63.13330.2012)

Единицы измерения - см²/1м

Шаг, Диаметр - мм



Площадь поперечной арматуры на 1м² при шаге 100 см; максимум в элементе 1

Рис. 34. Расчетное армирование фундаментной плиты поперечной арматурой.

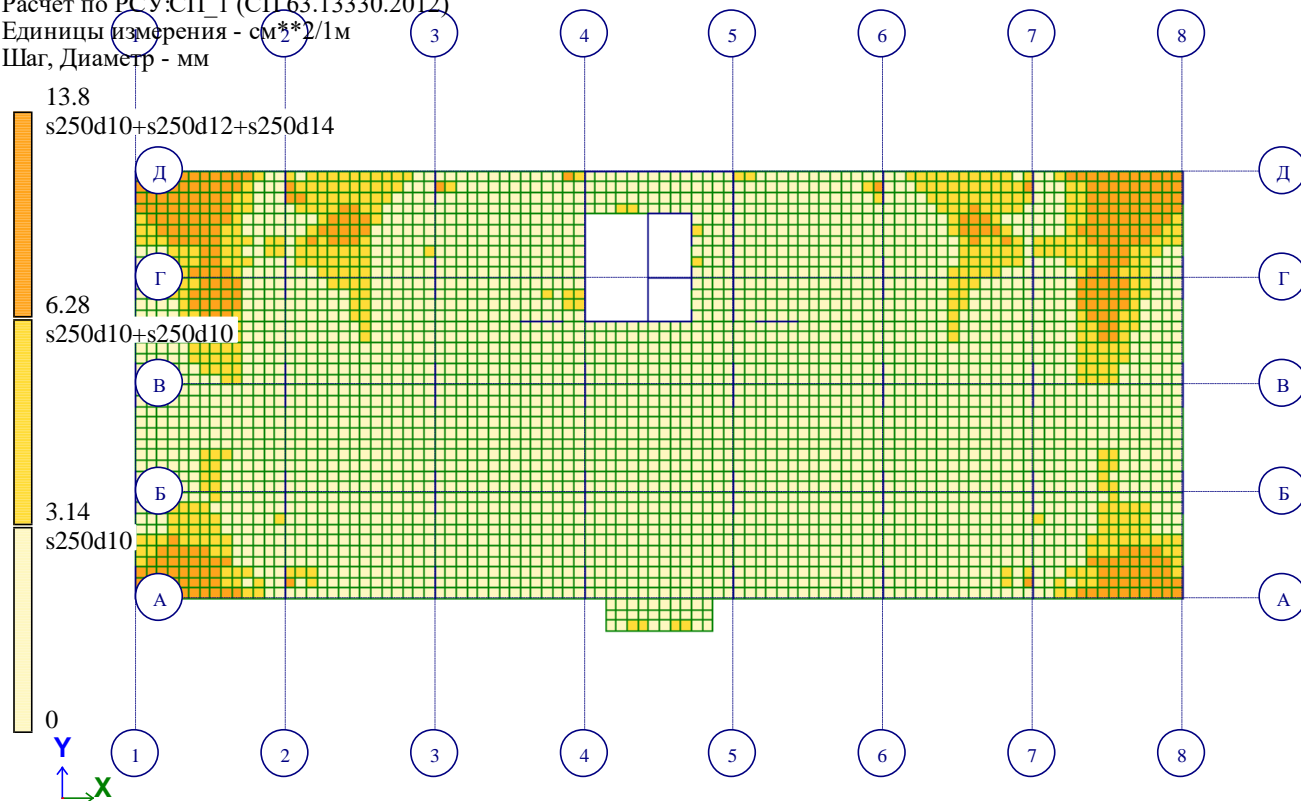
Армирование плиты над подвалом

Вариант конструирования: Вариант 1

Расчет по РСН: СП_1 (СП 63.13330.2012)

Единицы измерения - см²/1м

Шаг, Диаметр - мм



Площадь полной арматуры на 1пм по оси X у нижней грани (балки-стенки - посередине); максимум в элементе 5152

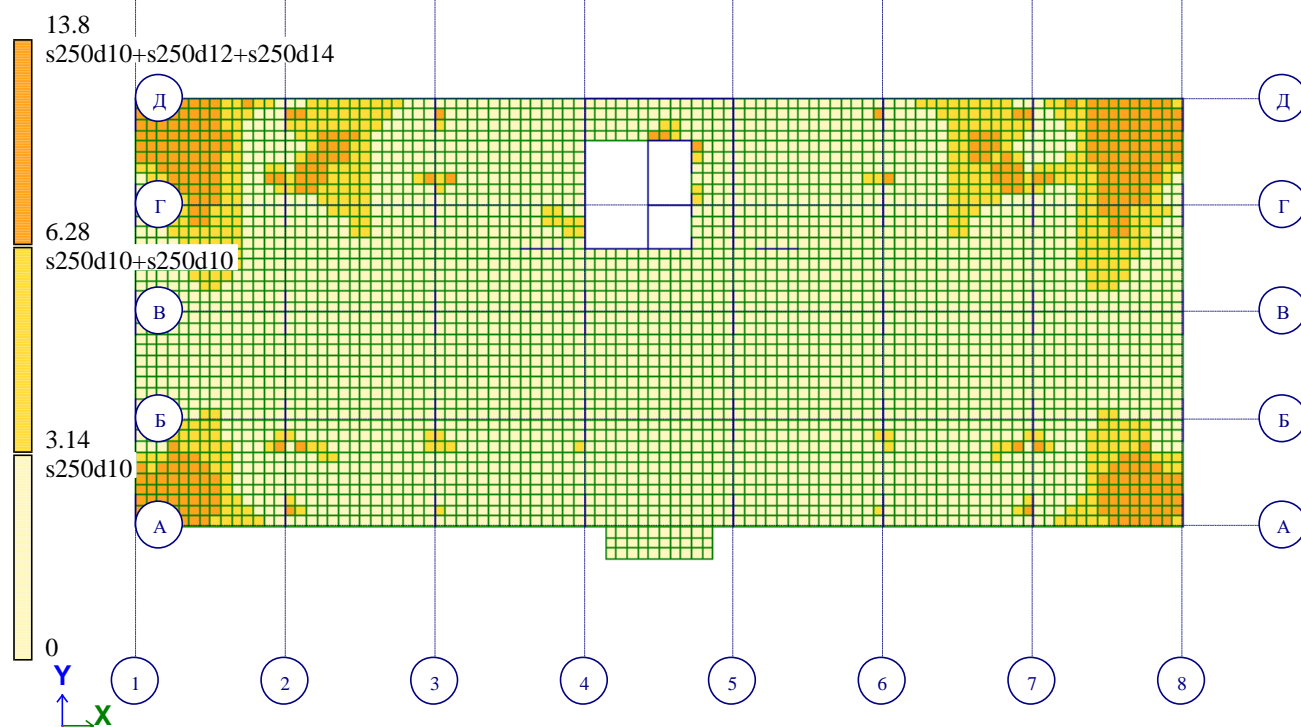
Рис. 35. Расчетное армирование плиты над подвалом по оси X у нижней грани.

Вариант конструирования: Вариант 1

Расчет по РСН: СП_1 (СП 63.13330.2012)

Единицы измерения - $\text{см}^2/\text{м}$

Шаг, Диаметр - мм



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

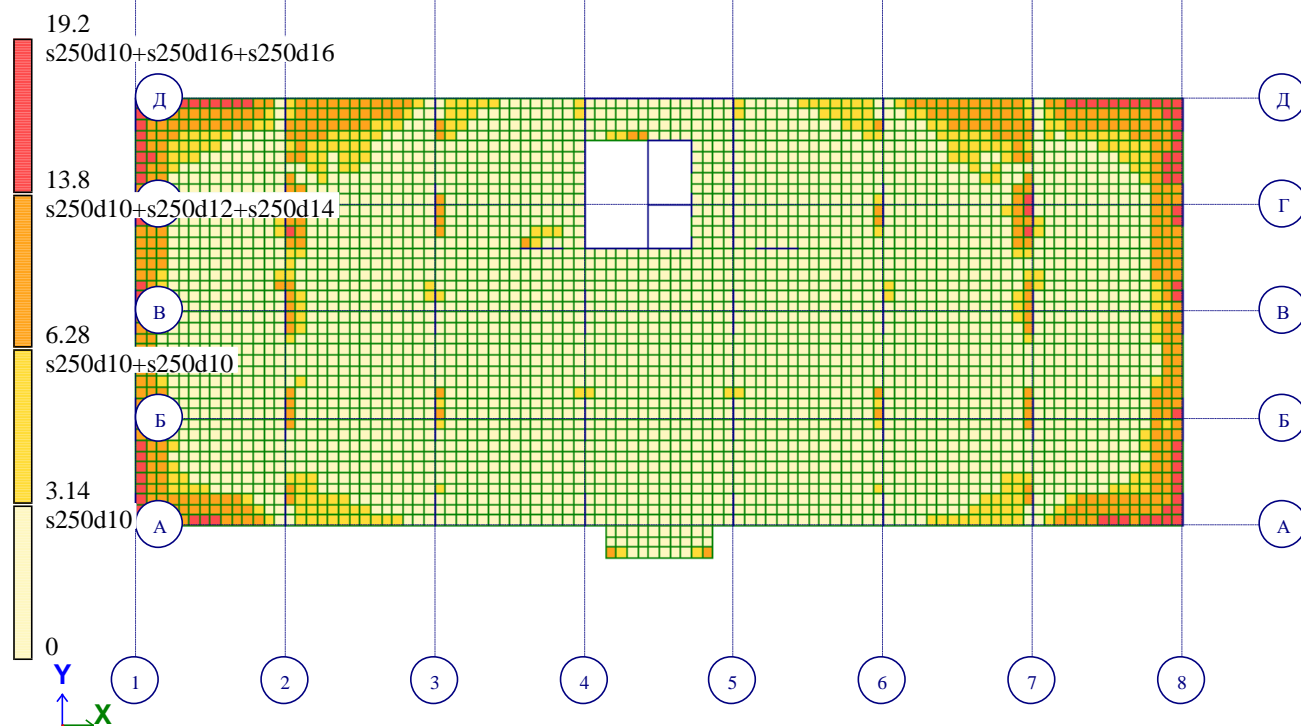
Рис. 36. Расчетное армирование плиты над подвалом по оси Y у нижней грани.

Вариант конструирования: Вариант 1

Расчет по РСН: СП_1 (СП 63.13330.2012)

Единицы измерения - $\text{см}^2/\text{м}$

Шаг, Диаметр - мм



Площадь полной арматуры на 1пм по оси X у верхней грани; максимум в элементе 1

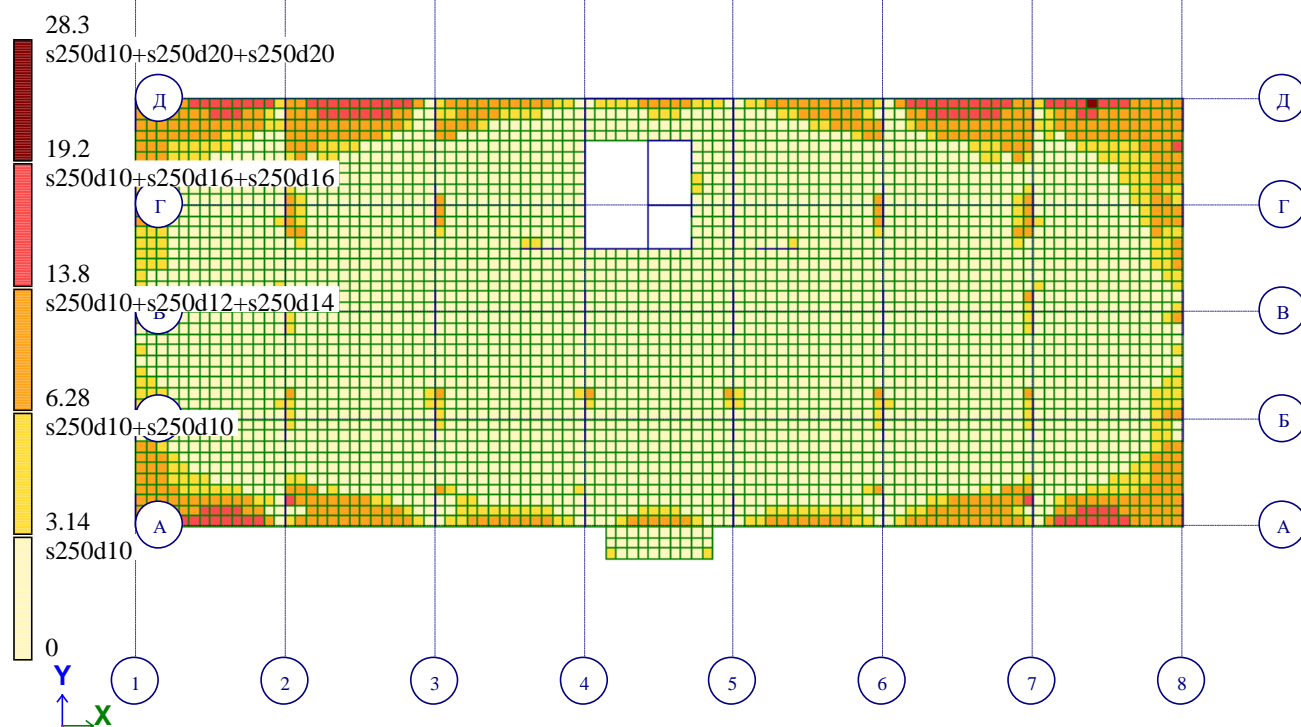
Рис. 37. Расчетное армирование плиты над подвалом по оси X у верхней грани.

Вариант конструирования: Вариант 1

Расчет по РСН:СП_1 (СП 63.13330.2012)

Единицы измерения - $\text{см}^2/\text{м}$

Шаг, Диаметр - мм



Площадь полной арматуры на 1пм по оси Y у верхней грани; максимум в элементе 1

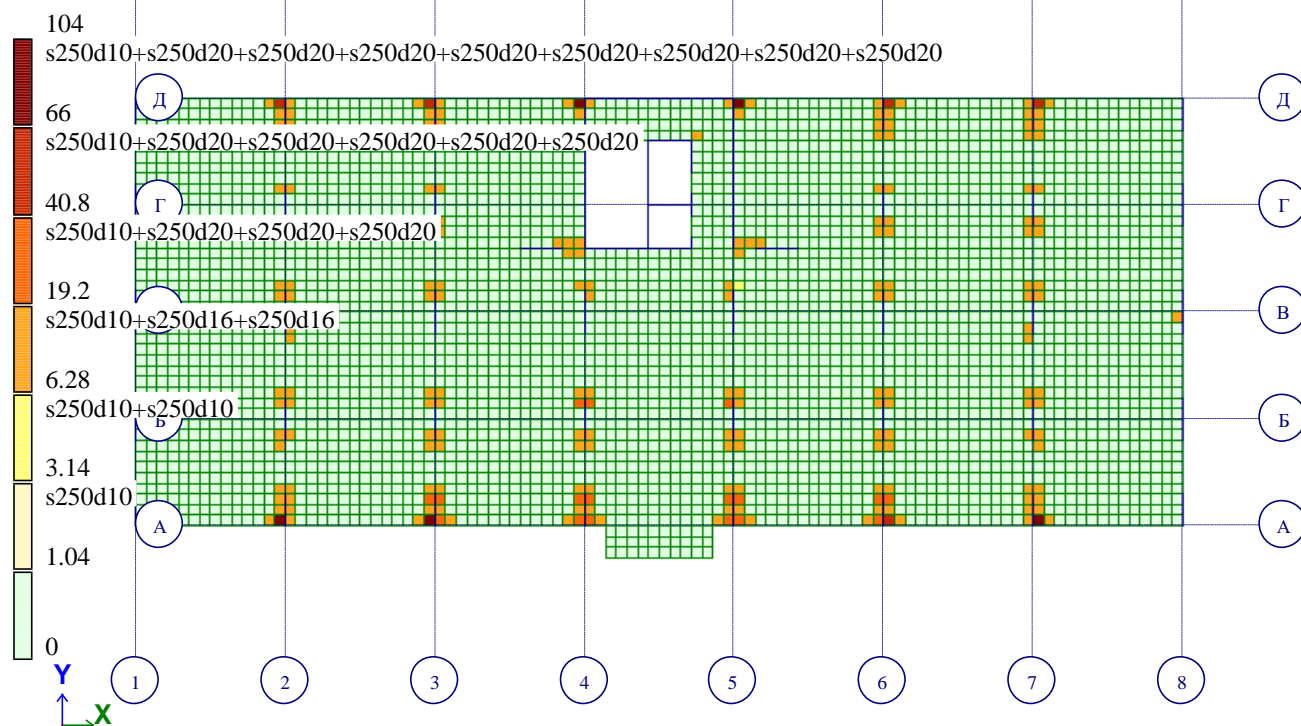
Рис. 38. Расчетное армирование плиты над подвалом по оси Y у верхней грани.

Вариант конструирования: Вариант 1

Расчет по РСН:СП_1 (СП 63.13330.2012)

Единицы измерения - $\text{см}^2/\text{м}$

Шаг, Диаметр - мм



Площадь поперечной арматуры на 1м2 при шаге 100 см; максимум в элементе 1

Рис. 39. Расчетное армирование плиты над подвалом поперечной арматурой.

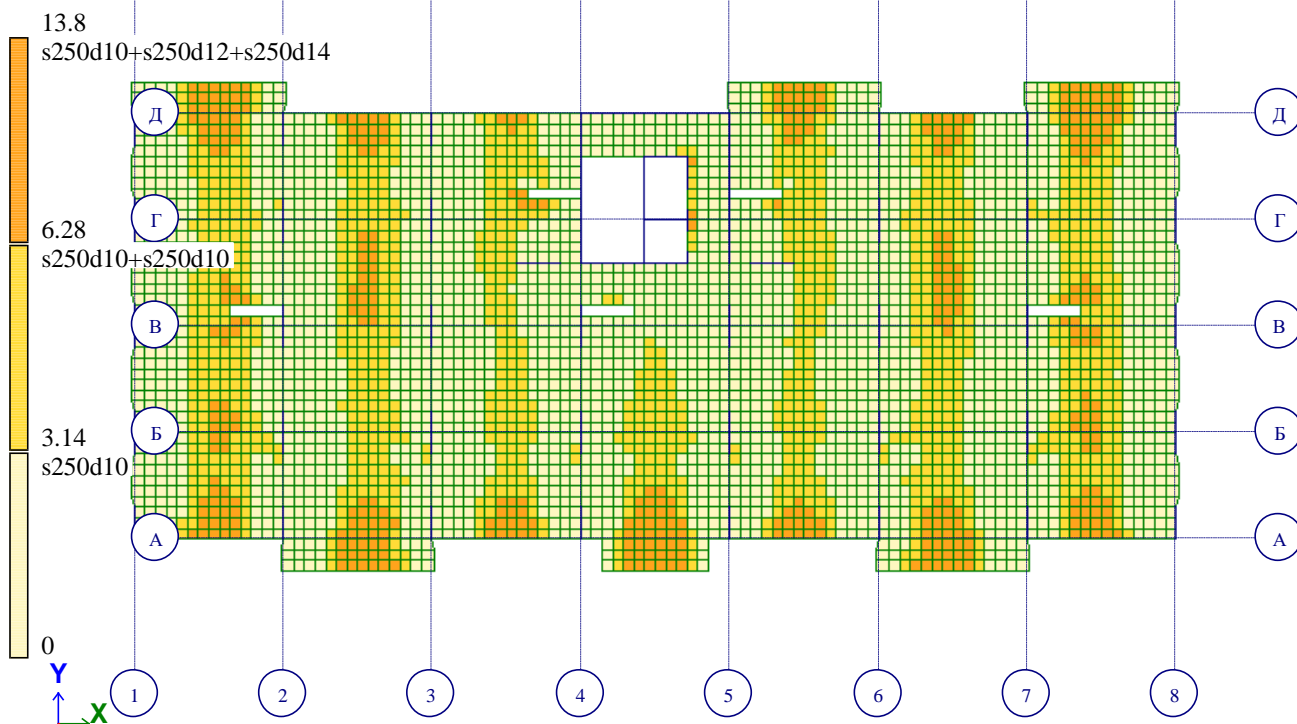
Армирование плиты над первым этажом

Вариант конструирования: Вариант 1

Расчет по РСН:СП_1 (СП 63.13330.2012)

Единицы измерения - см**2/1м

Шаг, Диаметр - мм



Площадь полной арматуры на 1пм по оси X у нижней грани (балки-стенки - посередине); максимум в элементе 5152

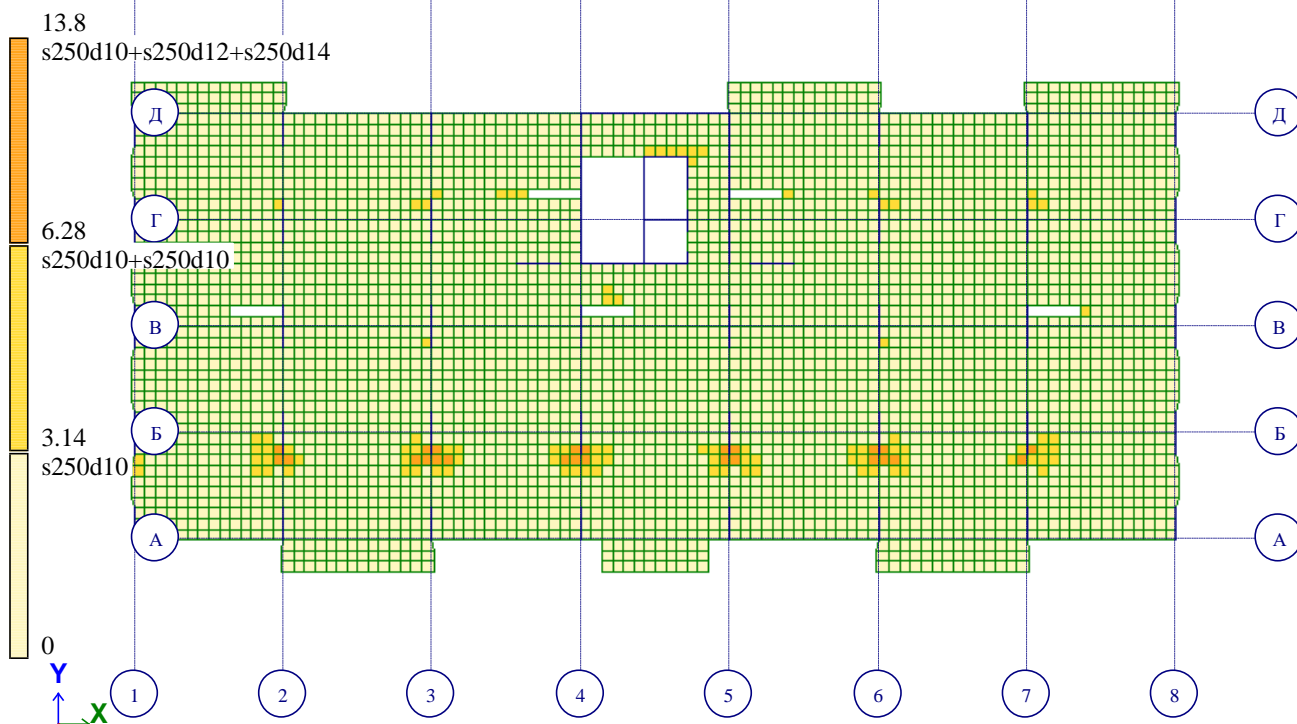
Рис. 40. Расчетное армирование плиты над первым этажом по оси X у нижней грани.

Вариант конструирования: Вариант 1

Расчет по РСН:СП_1 (СП 63.13330.2012)

Единицы измерения - см**2/1м

Шаг, Диаметр - мм



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

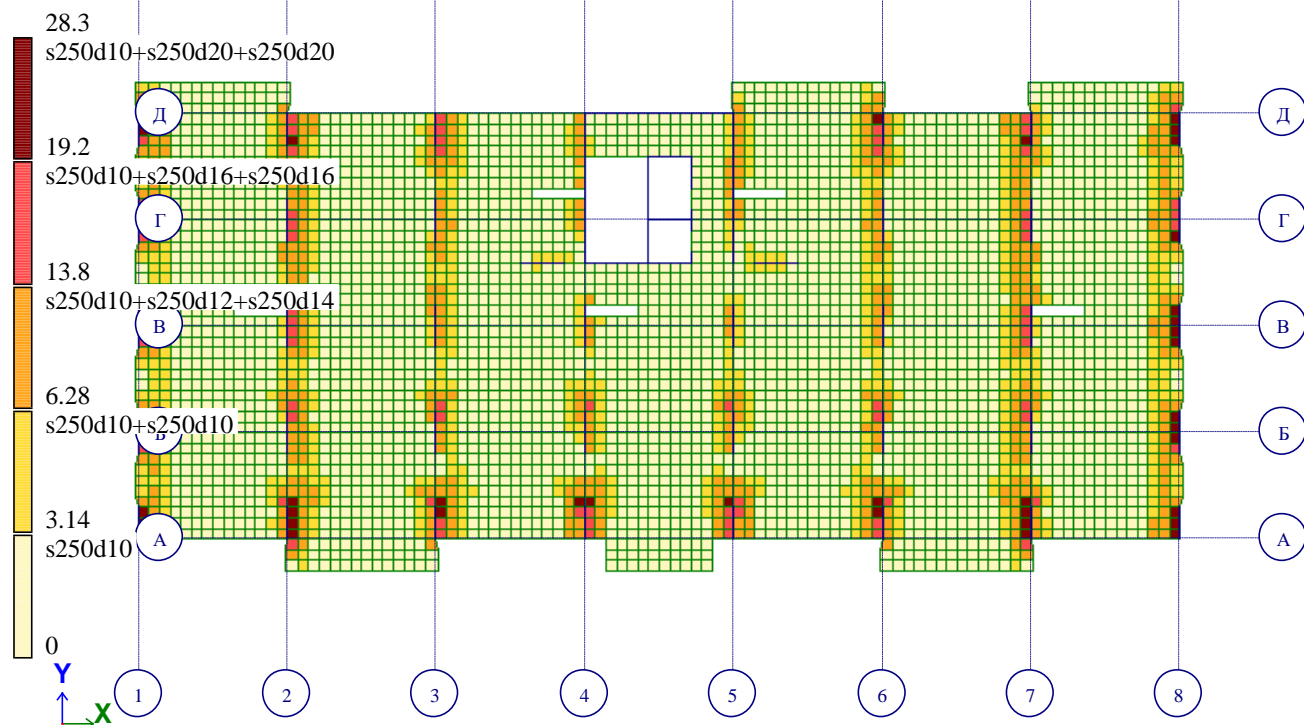
Рис. 41. Расчетное армирование плиты над первым этажом по оси Y у нижней грани.

Вариант конструирования: Вариант 1

Расчет по РСН: СП_1 (СП 63.13330.2012)

Единицы измерения - см**2/1м

Шаг, Диаметр - мм



Площадь полной арматуры на 1пм по оси X у верхней грани; максимум в элементе 1

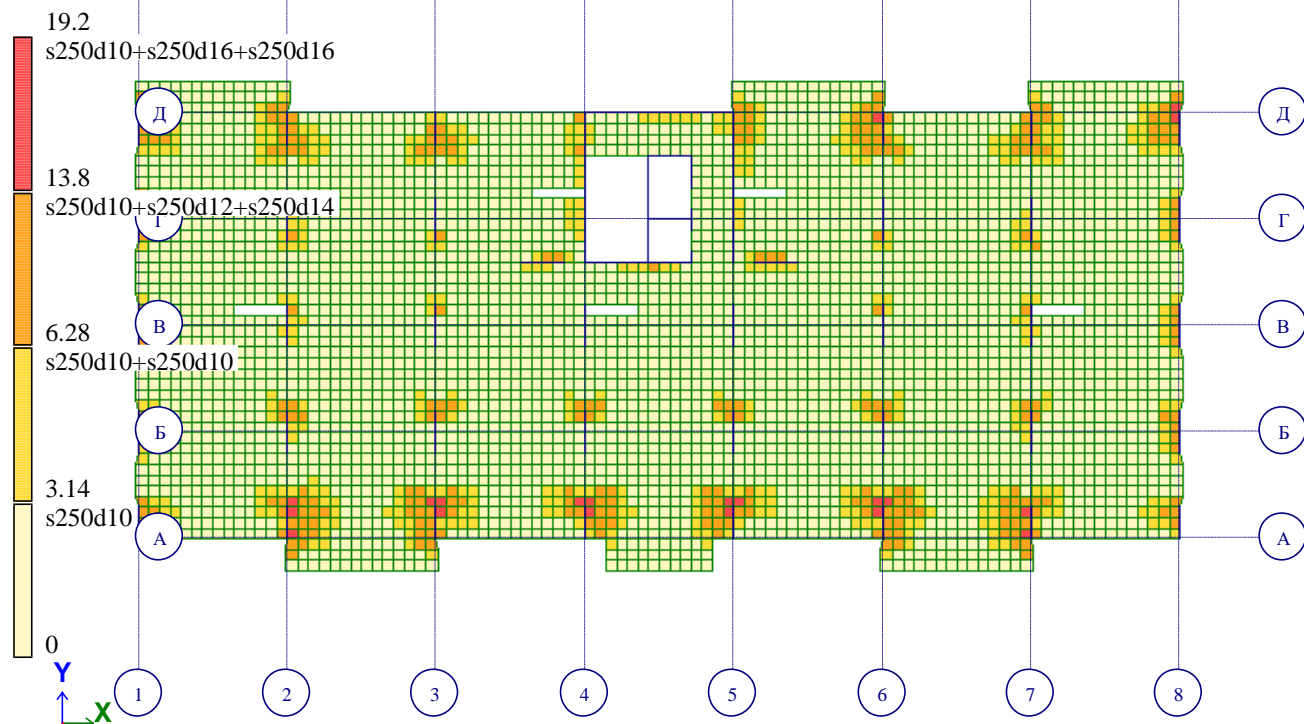
Рис. 42. Расчетное армирование плиты над первым этажом по оси X у верхней грани.

Вариант конструирования: Вариант 1

Расчет по РСН: СП_1 (СП 63.13330.2012)

Единицы измерения - см**2/1м

Шаг, Диаметр - мм



Площадь полной арматуры на 1пм по оси Y у верхней грани; максимум в элементе 1

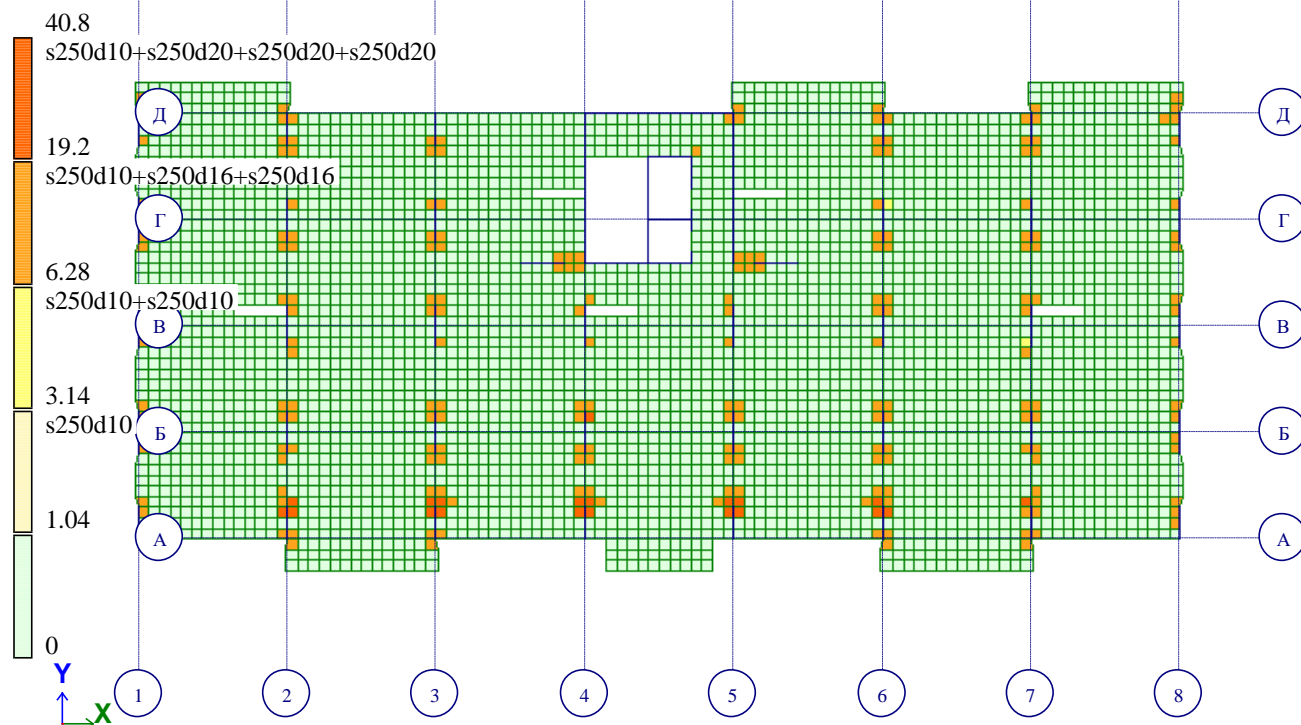
Рис. 43. Расчетное армирование плиты над первым этажом по оси Y у верхней грани.

Вариант конструирования: Вариант 1

Расчет по РСН:СП_1 (СП 63.13330.2012)

Единицы измерения - см**2/1м

Шаг, Диаметр - мм



Площадь поперечной арматуры на 1м2 при шаге 100 см; максимум в элементе 1

Рис. 44. Расчетное армирование плиты над первым этажом поперечной арматурой.

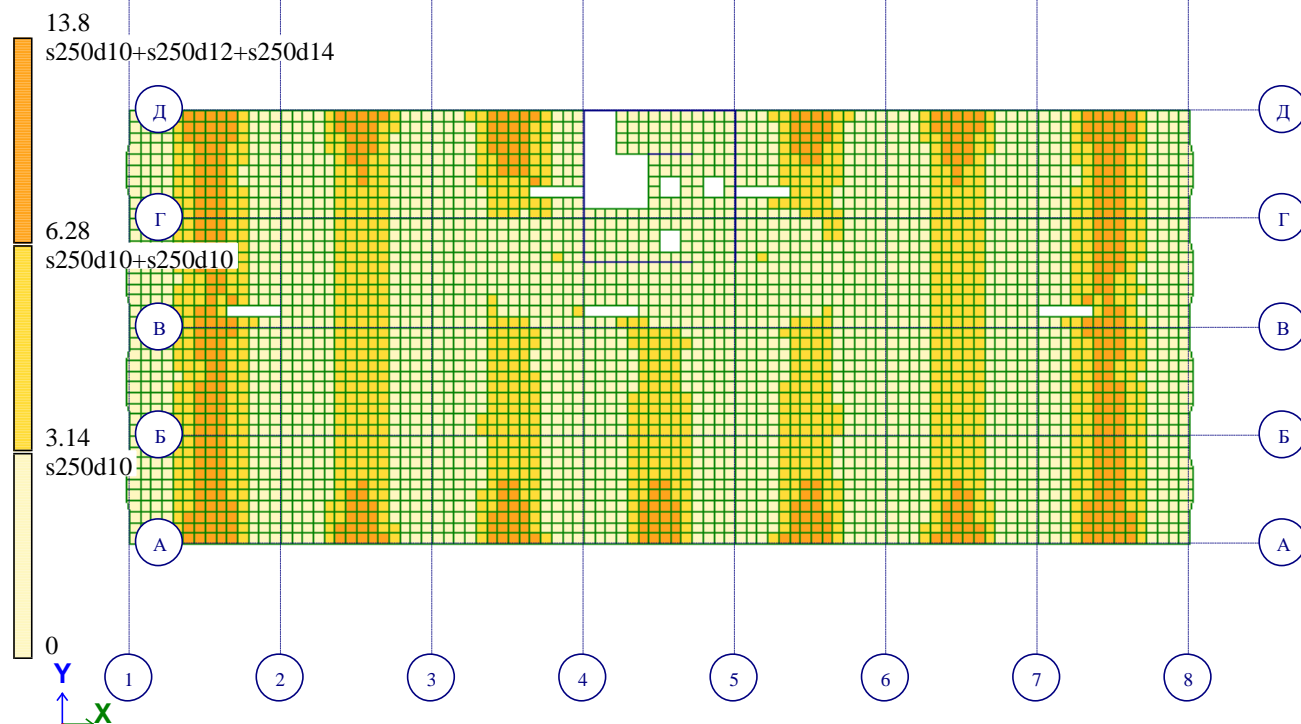
Армирование плиты покрытия

Вариант конструирования: Вариант 1

Расчет по РСН:СП_1 (СП 63.13330.2012)

Единицы измерения - см**2/1м

Шаг, Диаметр - мм



Площадь полной арматуры на 1пм по оси X у нижней грани (балки-стенки - посередине); максимум в элементе 5152

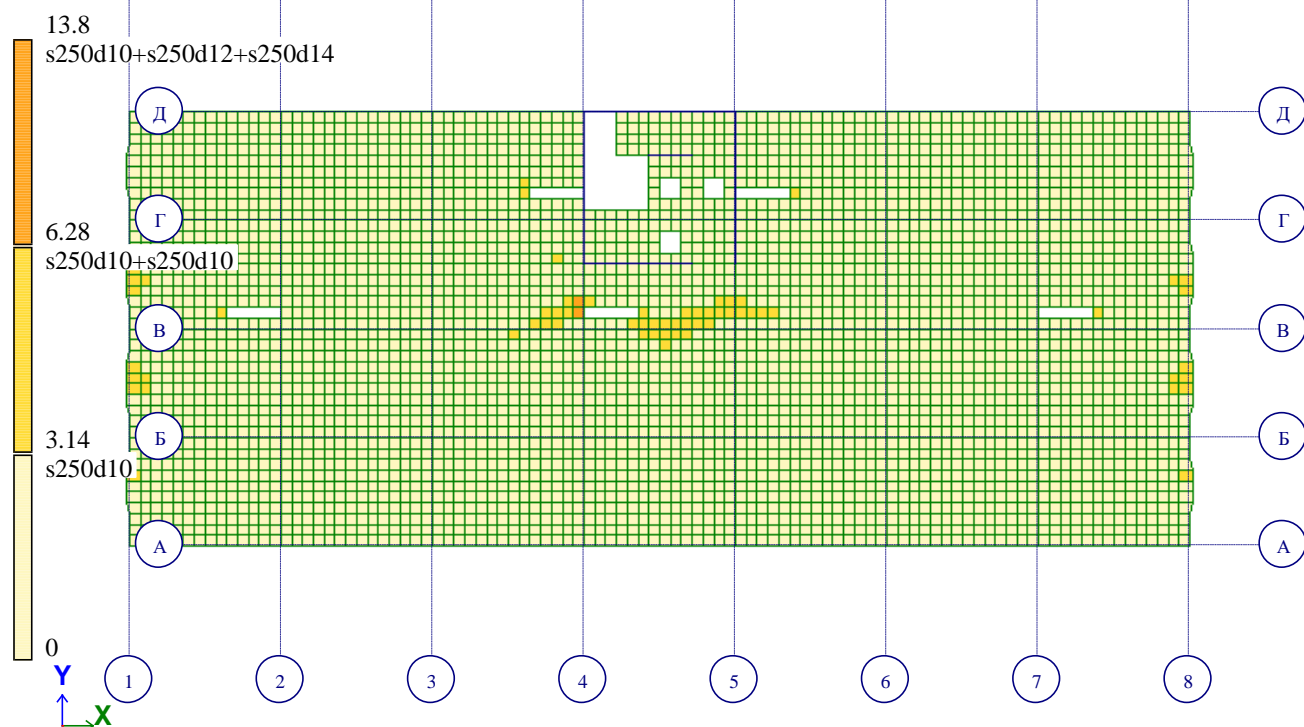
Рис. 45. Расчетное армирование плиты покрытия по оси X у нижней грани.

Вариант конструирования: Вариант 1

Расчет по РСН:СП_1 (СП 63.13330.2012)

Единицы измерения - $\text{см}^2/\text{м}$

Шаг, Диаметр - мм



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

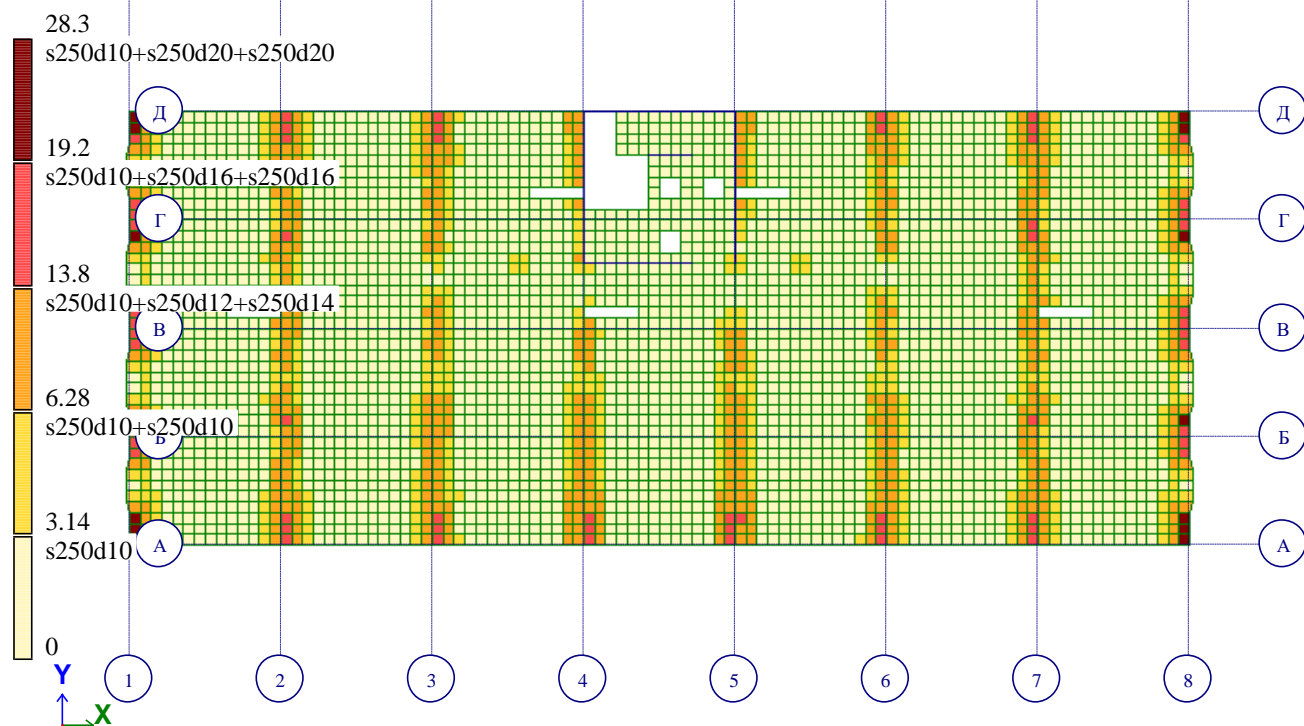
Рис. 46. Расчетное армирование плиты покрытия по оси Y у нижней грани.

Вариант конструирования: Вариант 1

Расчет по РСН:СП_1 (СП 63.13330.2012)

Единицы измерения - $\text{см}^2/\text{м}$

Шаг, Диаметр - мм



Площадь полной арматуры на 1пм по оси X у верхней грани; максимум в элементе 1

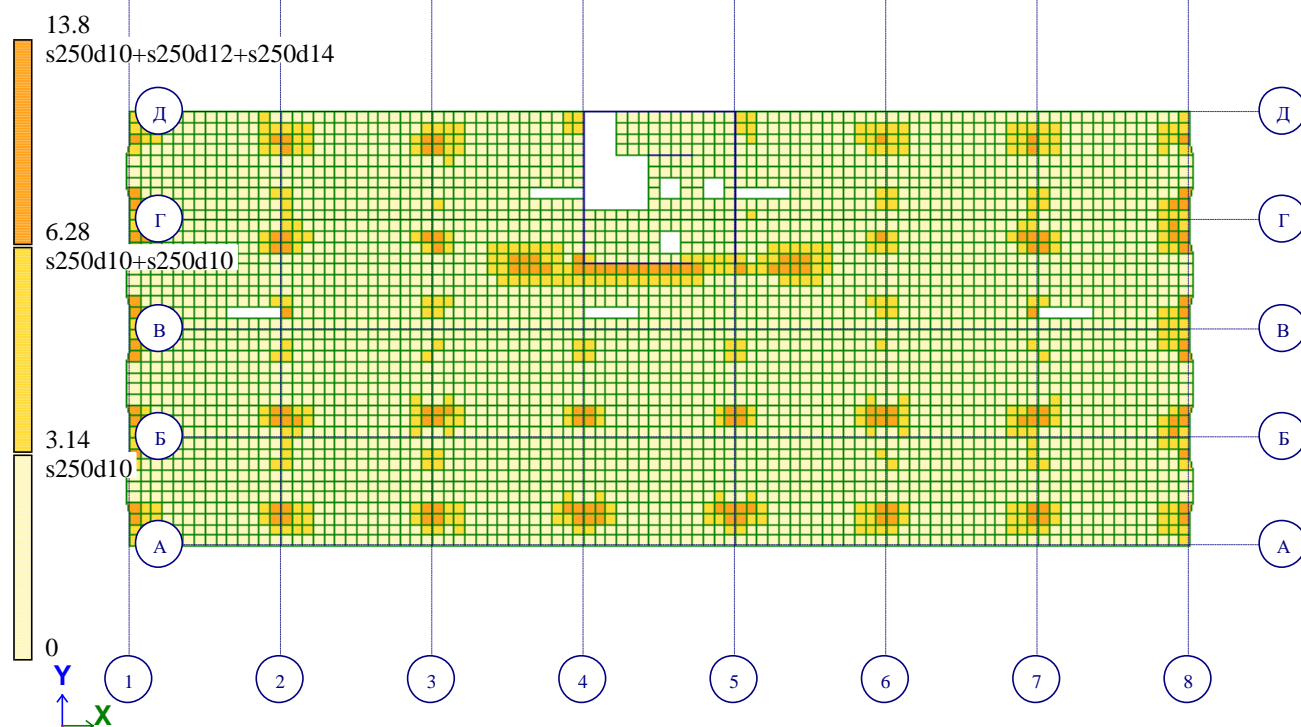
Рис. 47. Расчетное армирование плиты покрытия по оси X у верхней грани.

Вариант конструирования: Вариант 1

Расчет по РСН: СП_1 (СП 63.13330.2012)

Единицы измерения - $\text{см}^2/\text{м}$

Шаг, Диаметр - мм



Площадь полной арматуры на 1пм по оси Y у верхней грани; максимум в элементе 1

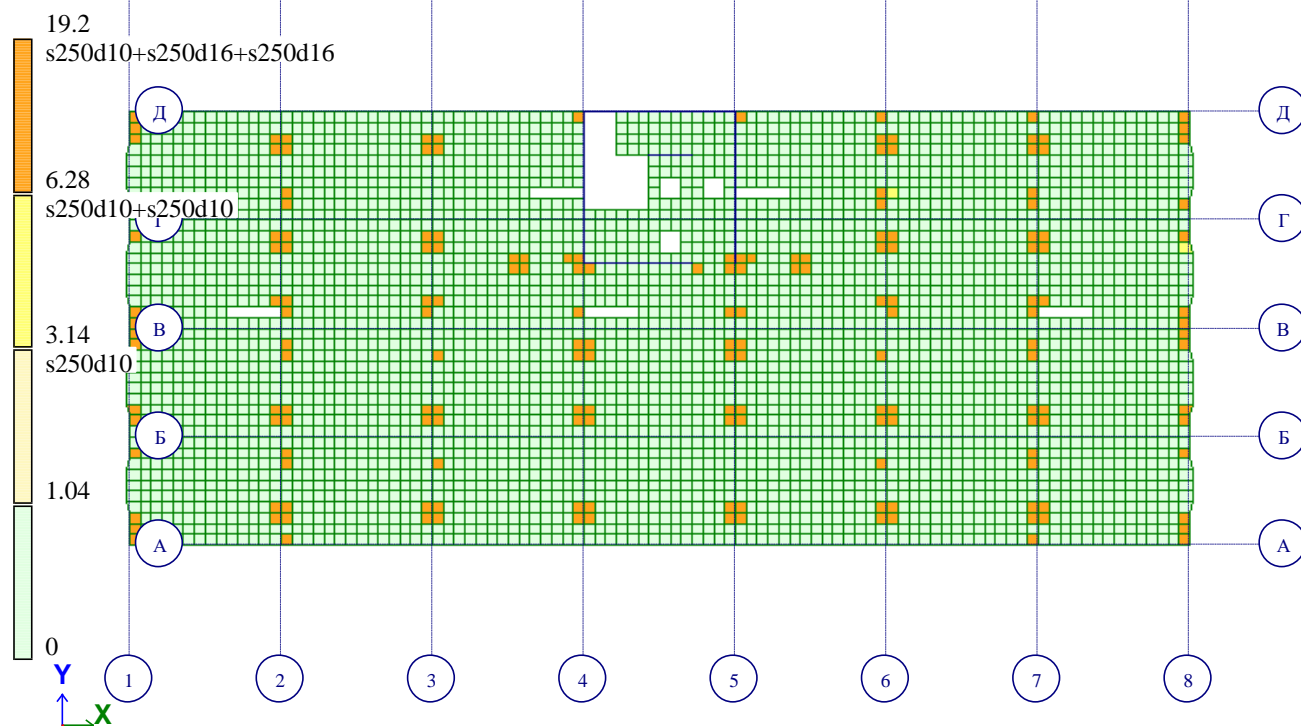
Рис. 48. Расчетное армирование плиты покрытия по оси Y у верхней грани.

Вариант конструирования: Вариант 1

Расчет по РСН: СП_1 (СП 63.13330.2012)

Единицы измерения - $\text{см}^2/\text{м}$

Шаг, Диаметр - мм



Площадь поперечной арматуры на 1м2 при шаге 100 см; максимум в элементе 1

Рис. 49. Расчетное армирование плиты покрытия поперечной арматурой.

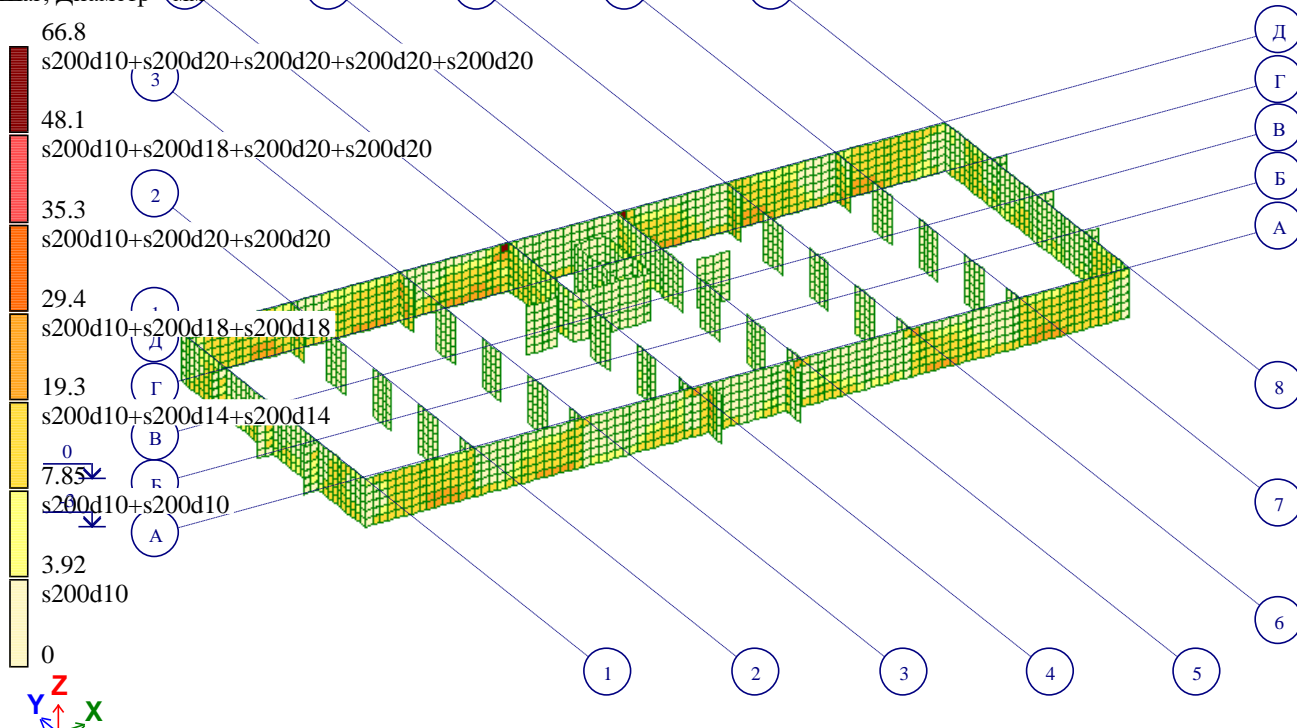
Армирование стен подвала

Вариант конструирования: Вариант 1

Расчет по РСН СП 1 (СП 63.13330.2012)

Единицы измерения - см**2/1м

Шаг, Диаметр - мм



Площадь полной арматуры на 1пм по оси X у нижней грани (балки-стенки - посередине); максимум в элементе 5152

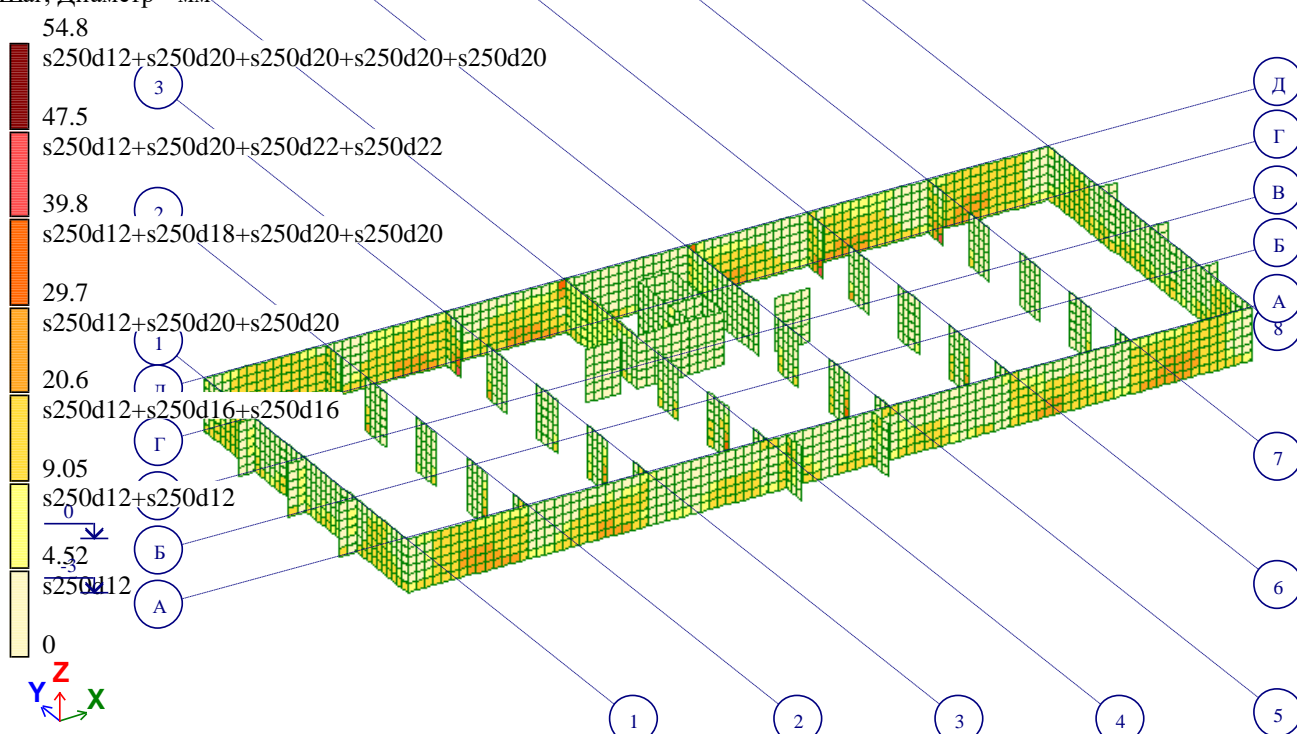
Рис. 50. Расчетное армирование стен подвала по оси X у нижней грани.

Вариант конструирования: Вариант 1

Расчет по РСН СП 1 (СП 63.13330.2012)

Единицы измерения - см**2/1м

Шаг, Диаметр - мм



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

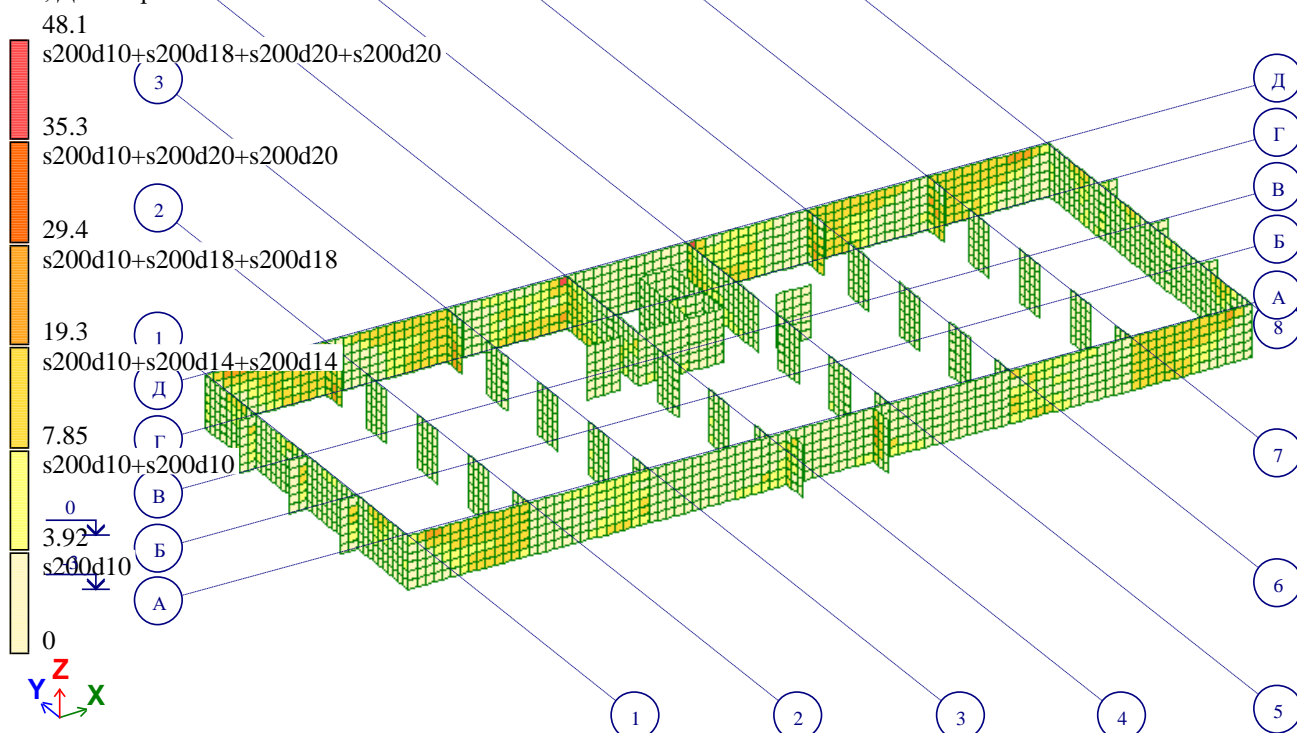
Рис. 51. Расчетное армирование стен подвала по оси Y у нижней грани.

Вариант конструирования: Вариант 1

Расчет по РСУ-СП_1 (СП 63.13330.2012)

Единицы измерения - см**2/1м

Шаг, Диаметр - мм



Площадь полной арматуры на 1пм по оси X у верхней грани; максимум в элементе 1

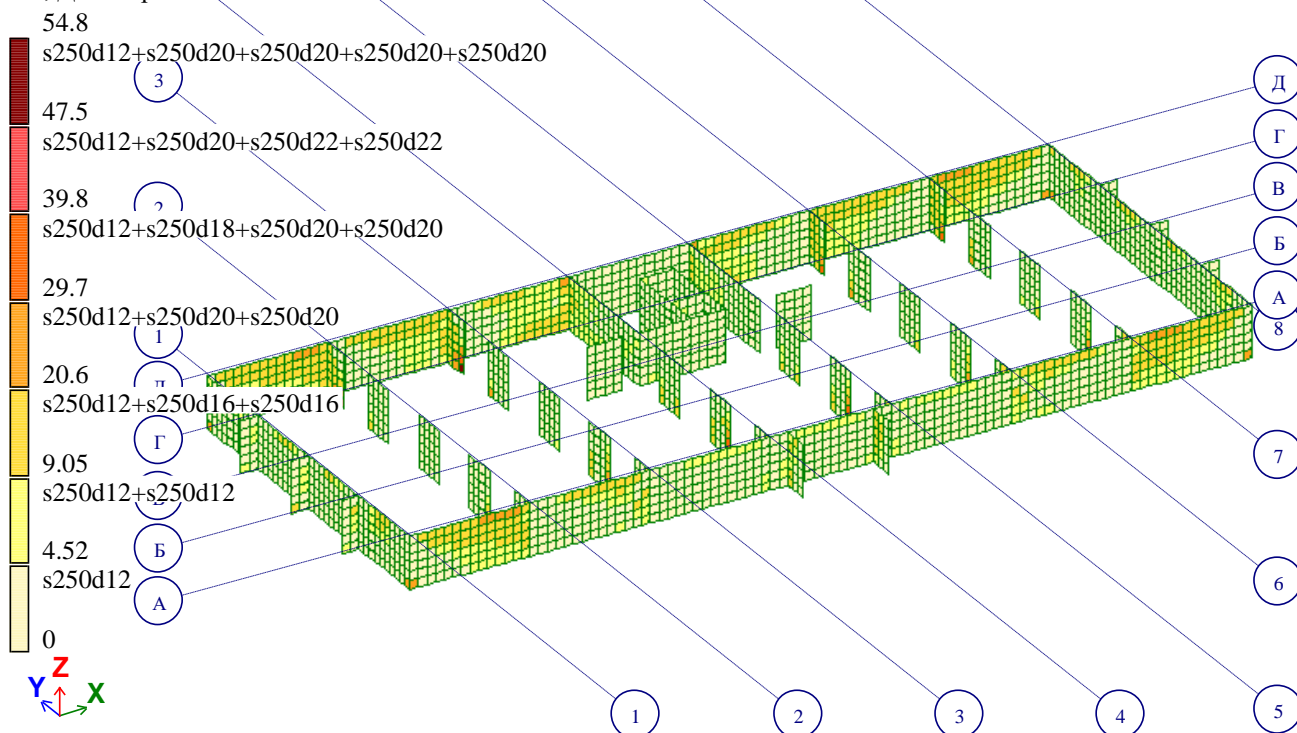
Рис. 52. Расчетное армирование стен подвала по оси X у верхней грани.

Вариант конструирования: Вариант 1

Расчет по РСУ-СП_1 (СП 63.13330.2012)

Единицы измерения - см**2/1м

Шаг, Диаметр - мм



Площадь полной арматуры на 1пм по оси Y у верхней грани; максимум в элементе 1

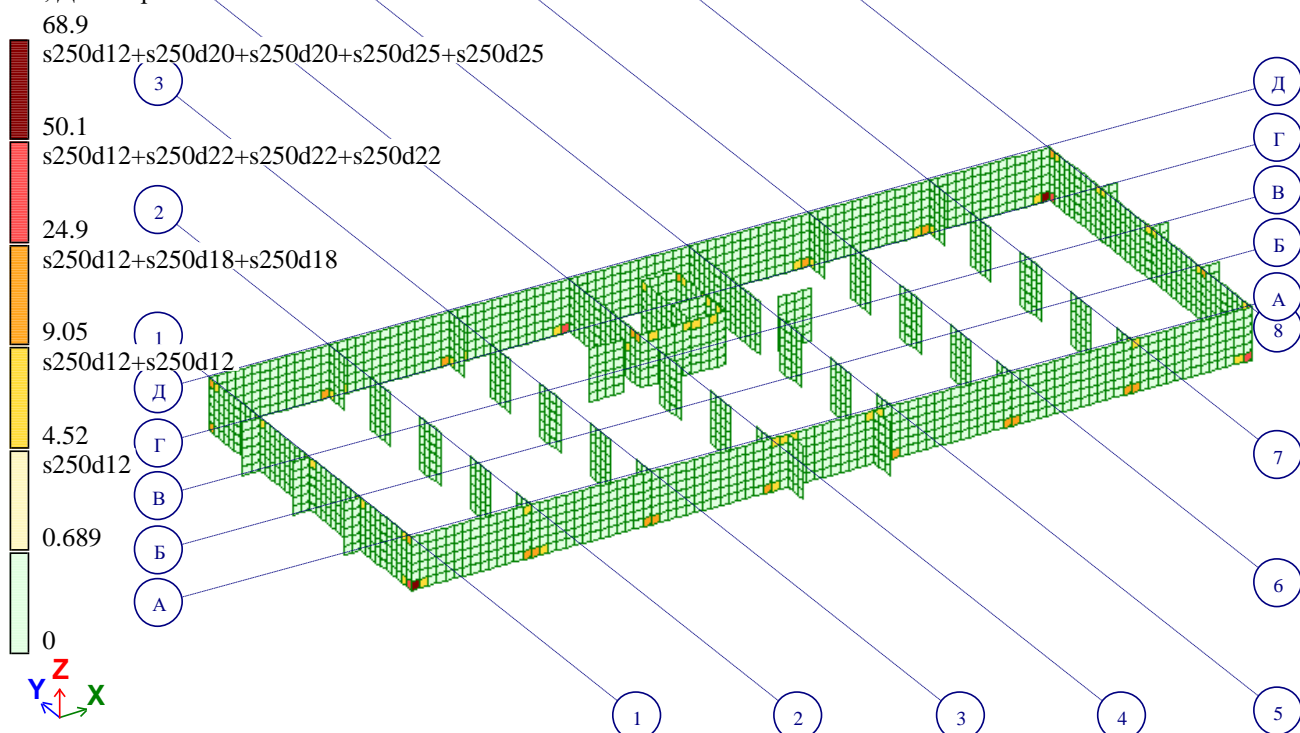
Рис. 53. Расчетное армирование стен подвала по оси Y у верхней грани.

Вариант конструирования: Вариант 1

Расчет по РСН:СП_1 (СП 63.13330.2012)

Единицы измерения - см**2/1м

Шаг, Диаметр - мм



Площадь поперечной арматуры вдоль оси Y при шаге 100 см; максимум в элементе 1

Рис. 54. Расчетное армирование стен подвала поперечной арматурой.

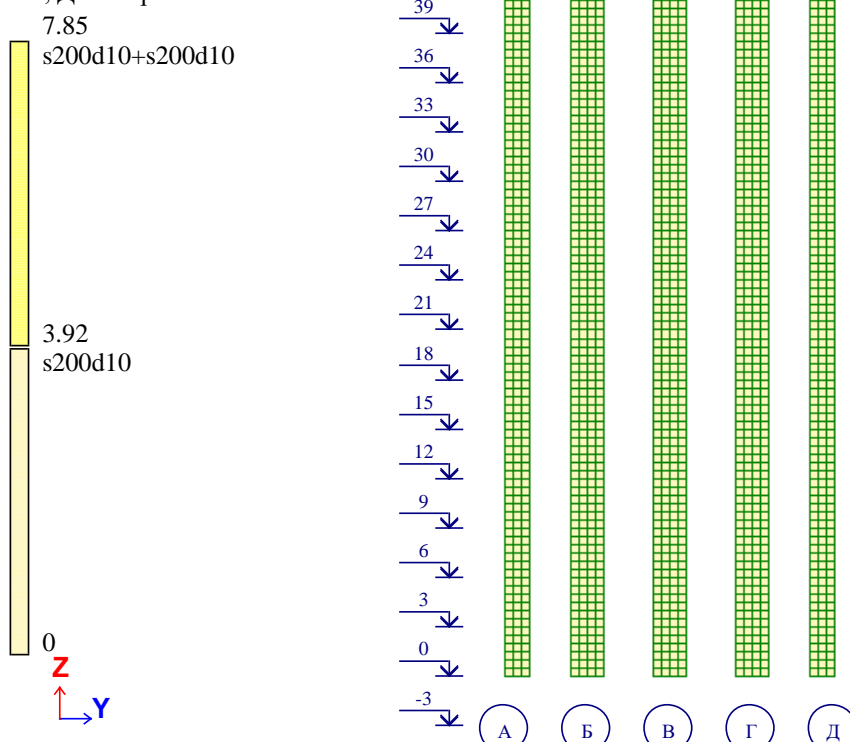
Армирование стен по оси 1

Вариант конструирования: Вариант 1

Расчет по РСН:СП_1 (СП 63.13330.2012)

Единицы измерения - см**2/1м

Шаг, Диаметр - мм



Площадь полной арматуры на 1м по оси X у нижней грани (балки-стенки - посередине); максимум в элементе 5152

Рис. 55. Расчетное армирование стен по оси X у нижней грани.

Вариант конструирования: Вариант 1

Расчет по РСН:СП_1 (СП 63.13330.2012)

Единицы измерения - см**2/1м

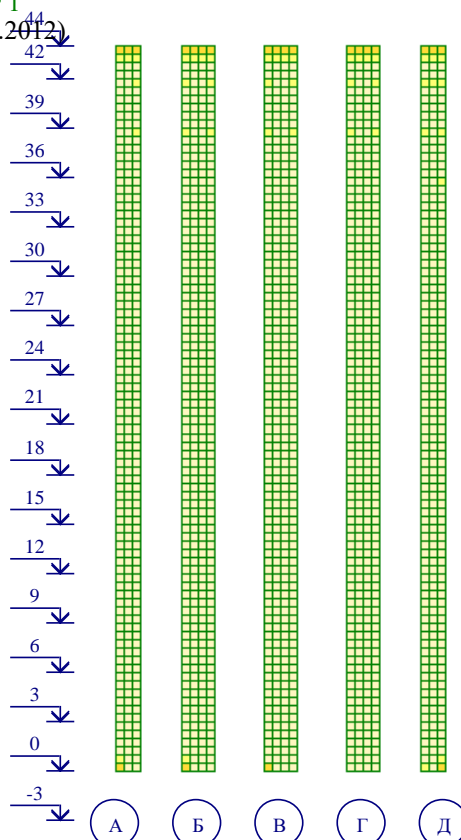
Шаг, Диаметр - мм

20.6
s250d12+s250d16+s250d16

9.05
s250d12+s250d12

4.52
s250d12

0



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

Рис. 56. Расчетное армирование стен по оси Y у нижней грани.

Вариант конструирования: Вариант 1

Расчет по РСН:СП_1 (СП 63.13330.2012)

Единицы измерения - см**2/1м

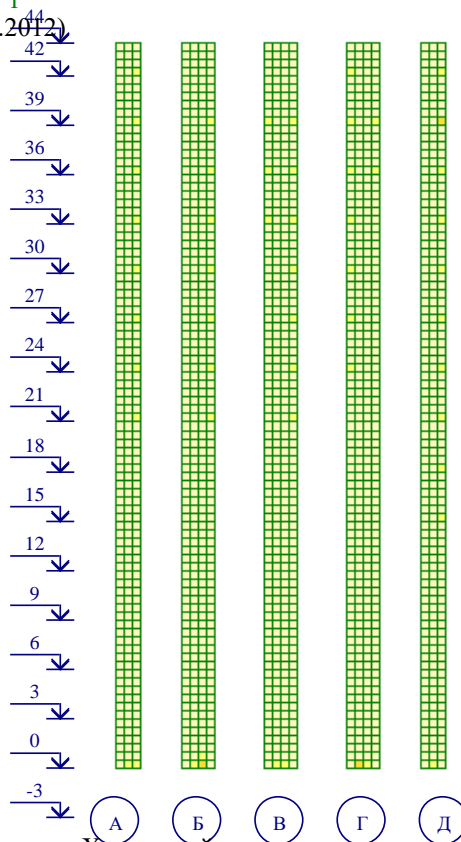
Шаг, Диаметр - мм

19.3
s200d10+s200d14+s200d14

7.85
s200d10+s200d10

3.92
s200d10

0



Площадь полной арматуры на 1пм по оси X у верхней грани; максимум в элементе 1

Рис. 57. Расчетное армирование стен по оси X у верхней грани.

Вариант конструирования: Вариант 1

Расчет по РСН:СП_1 (СП 63.13330.2012)

Единицы измерения - см**2/1м

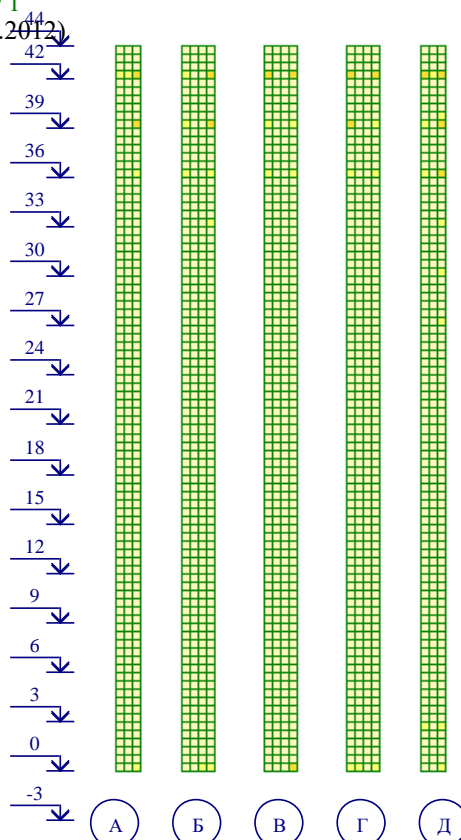
Шаг, Диаметр - мм

20.6
s250d12+s250d16+s250d16

9.05
s250d12+s250d12

4.52
s250d12

0



Площадь полной арматуры на 1пм по оси Y у верхней грани; максимум в элементе 1

Рис. 58. Расчетное армирование стен по оси Y у верхней грани.

Вариант конструирования: Вариант 1

Расчет по РСН:СП_1 (СП 63.13330.2012)

Единицы измерения - см**2/1м

Шаг, Диаметр - мм

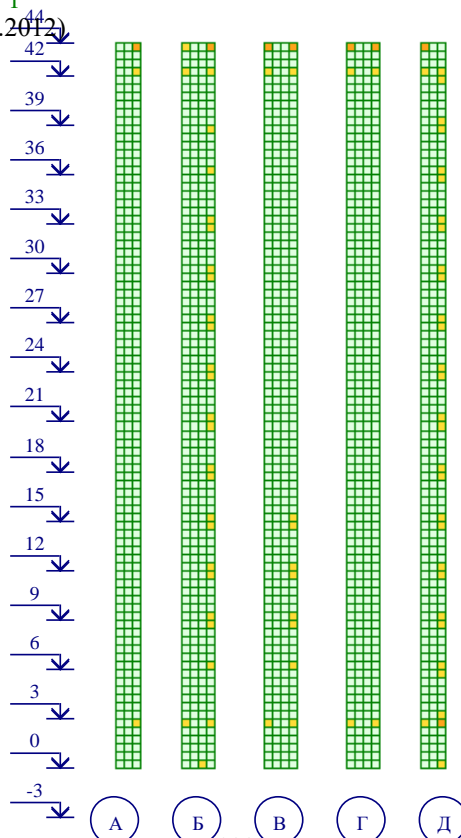
24.9
s250d12+s250d18+s250d18

9.05
s250d12+s250d12

4.52
s250d12

0.689

0



Площадь поперечной арматуры вдоль оси Y при шаге 100 см; максимум в элементе 1

Рис. 59. Расчетное армирование стен поперечной арматурой.