***Объект:*** **«Строительство одноэтажного здания бани КГУ Центр соцального обслуживания №1 по ул. Нефтяников 25 в г. Актобе »**

**ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ РАСЧЕТА И ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОНСТРУКЦИЙ ЛИРА-САПР 2024**

*Расчет несущих конструкций*

Главный инженер проекта

Выполнил Кумекбай Н.

***Алматы 2025 год***

*Содержание*

1 Основное положение 2
1.1 Краткая характеристика площадки строительства 2
1.2 Архитектурно – конструктивный раздел 3
2 Расчетная часть 4
2.1 Сбор нагрузок 5
2.2 Расчетные сочетание  нагрузок 5
2.3 Схема графическое изображение мозаика нагрузок 6
2.4 Протокол расчета 8
2.5 Расчетная схема каркаса 9
2.6 Таблица жесткости элементов 12
2.6.1 Жесткости 12
2.7 Мозаика жесткостей элемента расчетной схемы 15
2.8 Мозайка перемещения 19
2.9 Расчет осадки фундамента 22
3 Результаты расчетов 23
3.1 Армирование плиты перекрытие толщиной 200 мм 23
3.2 Армирование колонн сечением 400х400 мм 26
3.3 Армирование ригеля сечение 350х500 мм 28
3.4 Армирование балки-стенки на отм. -0.100. 31
3.5 Армирование фундамента 34

# 1 Основное положение

## 1.1 Краткая характеристика площадки строительства

Данный расчет здания был произведен согласна раздела АР рабочего проекта: «Строительство одноэтажного здания бани КГУ Центр соцального обслуживания №1 по ул. Нефтяников 25 в г. Актобе» разработан на основании: задание на проектирование;
Были соблюдены требования нормативных документов:
- СП РК EN 1990:2002+A1:2005/2011 «Основы проектирования несущих конструк¬ций» и Национальное Приложение к нему НП к СП РК EN 1990:2002/2011+ A1:2005/2011;
- СП РК EN 1991-1-1:2002/2011 «Воздействия на несущие конструкции. Часть 1-1. Собственный вес, постоянные и временные нагрузки на здания» и Национальное Приложение к нему НП к СП РК EN 1991-1-1:2002/2011;
- СП РК EN 1991-1-3:2003/2011 «Воздействия на несущие конструкции. Часть 1-3. Общие воздействия. Снеговые нагрузки» и Национальное Приложение к нему НП к СП РК EN 1991-1-3:2003/2011;
- СП РК EN 1992-1-1:2004/2011 «Проектирование железобетонных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий» и Национальное Приложение к нему НП к СП РК EN 1992-1-1:2004/2011;
- СП РК 5.01-102-2013 «Основания Зданий и Сооружений»
- СП РК EN 1997-1:2004/2011 геотехническое проектирование Национальное Приложение к нему НП к СП РК EN 1997-1:2004/2011
- СП РК EN 1993-1-1:2005/2011 проектирование стальных конструкций часть 1-1. Общие правила и правила для зданий Национальное Приложение к нему НП К СП РК EN 1993-1-1:2005/2011

Эквивалетные жесткости основания при значений модуля деформаций грунта определенны по результатам предоставленными Инженерно-геологическими изысканиями.

## *1.2 Архитектурно – конструктивный раздел*

*1 Конструктивная система здания - каркас рамный.*
*2 Проектируемое здание в плане прямоугольной формы с размерами в осях 16,3х12,0 м, одноэтажный, Высота этажа - 3,6 м.*
*Шаг несущих конструкций в поперечном направлений 2,8+4,5+4,5+4,5 м; в продольном направлений 6,0+6,0 м.*
*3 Фундамент -монолитный железобетонный, отдельно стоящие подушки, размерами в плане 90х90 см, толщиной 50 см, из бетона класса С20/25.*
*4 Колонны -монолитные железобетонные, 40х40 см, из бетона класса С20/25.*
*5 Балки-стенки -монолитные железобетонные, сечением 35х80(h)см, из бетона класса С20/25.*
*6 Ригели -монолитные железобетонные, сечением 35х50(h)см, из бетона класса С20/25.*
*7 Перекрытие -монолитная железобетонная, толщиной 20 см, из бетона класса С20/25.*

*Расчет несущих конструкций здания производился методом конечных элементов с помощью программного комплекса «Лира -САПР 2024».*

## *2 Расчетная часть*

*Расчет несущих конструкций здания производился с использованием вычислительного комплекса «ЛИРА-САПР 2024 (Ключ № 1116101289)», реализующего при вычислениях метод конечных элементов. Расчетная схема с нумерацией узлов и элементов приводятся ниже.*

*Расчет произведен на следующие загружения:*
*1 – постоянное (собственный вес).*
*2 – постоянное (вес пола на перекрытия*
*вес стен и перегородок).*
*3– кратковременное категория Н (Полезная на перекрытия).*
*4 – кратковременное (Снеговая нагрузка).*

## 2.1 Сбор нагрузок

| № | Наименование нагрузки | Ед. изм. | $q_k$ |
|---|---|---|---|
| | Собственный вес | | |
| | Ж.б. конструкции | т/м3 | 2,5 |
| | Постоянные нагрузки | | |
| | Кровля | | |
| | Крыши | т/м2 | 0,3 |
| | | | |
| | Гидроизоляционные слои | т/м2 | 0,01 |
| | Бетонная стяжка ρ=2,5т/м3, h=0,05м | т/м2 | 0,2 |
| | Итого: | т/м2 | 0,51 |
| | Стены ограждающие | | |
| | Кирпичная стена ρ=1,8т/м3, h=0,38м | т/м2 | 0,684 |
| | Утеплитель ρ=0,16т/м3, h=0,1м | т/м2 | 0,016 |
| | | | |
| | Штукатурка гипсовая ρ=0,8т/м3, h=0,02м | т/м2 | 0,0016 |
| | Итого: | т/м2 | 0,7016 |
| | Линейная нагрузка от стен при h=3,1м, | | 2,17496 |
| | Временные нагрузки | | |
| | Кровля. (категория Н) | т/м2 | 0,04 |
| | Снеговая нагрузка | | |
| | Снег | т/м2 | 0,15 |

## 2.2 Расчетные сочетание нагрузок

СП РК EN 1990:2002+A1

Динамика по модулю

Определяющие РСН

Коэф. надежности по ответственности

для комбинаций I: 1

для комбинаций IV-VI: 1

для комбинаций II-III: 1

В расчетной схеме заданы:

расчетные нагрузки

нормативные нагрузки

| | N загруж. | Наименование | Вид | Доминирующее | Знакоперем. | Взаимоискл. | Коэф. безоп. | 1.РСН1_I_6.1 | 2.РСН2_I_6.1 | 3.РСН3_IV_6. | 4.РСН4_V_6.1 | 5.РСН5_VI_6. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | I | I | IV | V | VI |
| | 1 | собственный вес | Постоянное, Gsup(Gsup) | | + | | 1.35 | 1. | 0.85 | 1. | 1. | 1. |
| | 2 | постоянное | Постоянное, Gsup(Gsup) | | + | | 1.35 | 1. | 0.85 | 1. | 1. | 1. |
| | 3 | кратковременное категория | Временное кат.Н, Q(QiH) | | + | | 1.5 | 0. | 0.7 | 0.7 | 0. | 0. |
| | 4 | Снеговая нагрузка | Снеговое <= 1000, Q(Qs) | | + | | 1.5 | 0. | 0.5 | 0.5 | 0. | 0. |

## 2.3 Схема графическое изображение мозаика нагрузок

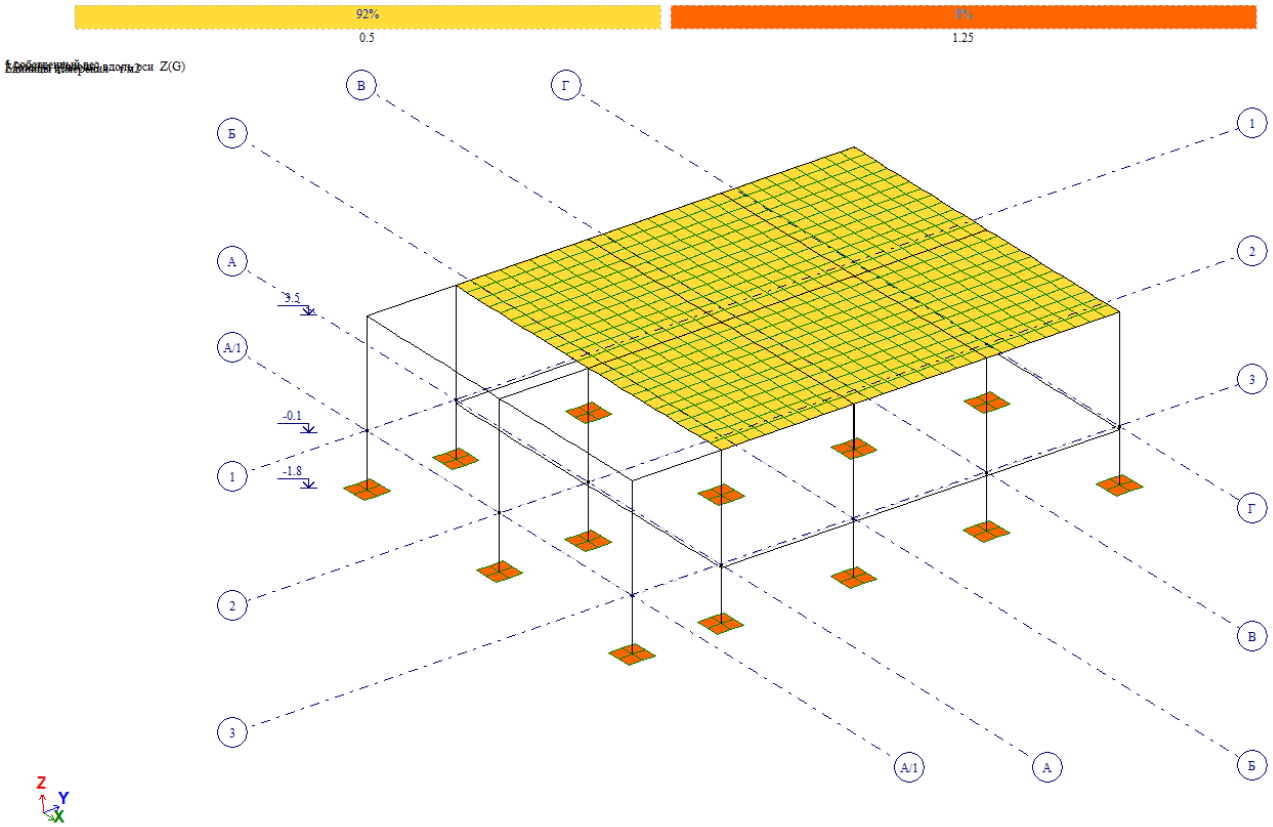


*Рис. 2.1 Собственный вес*

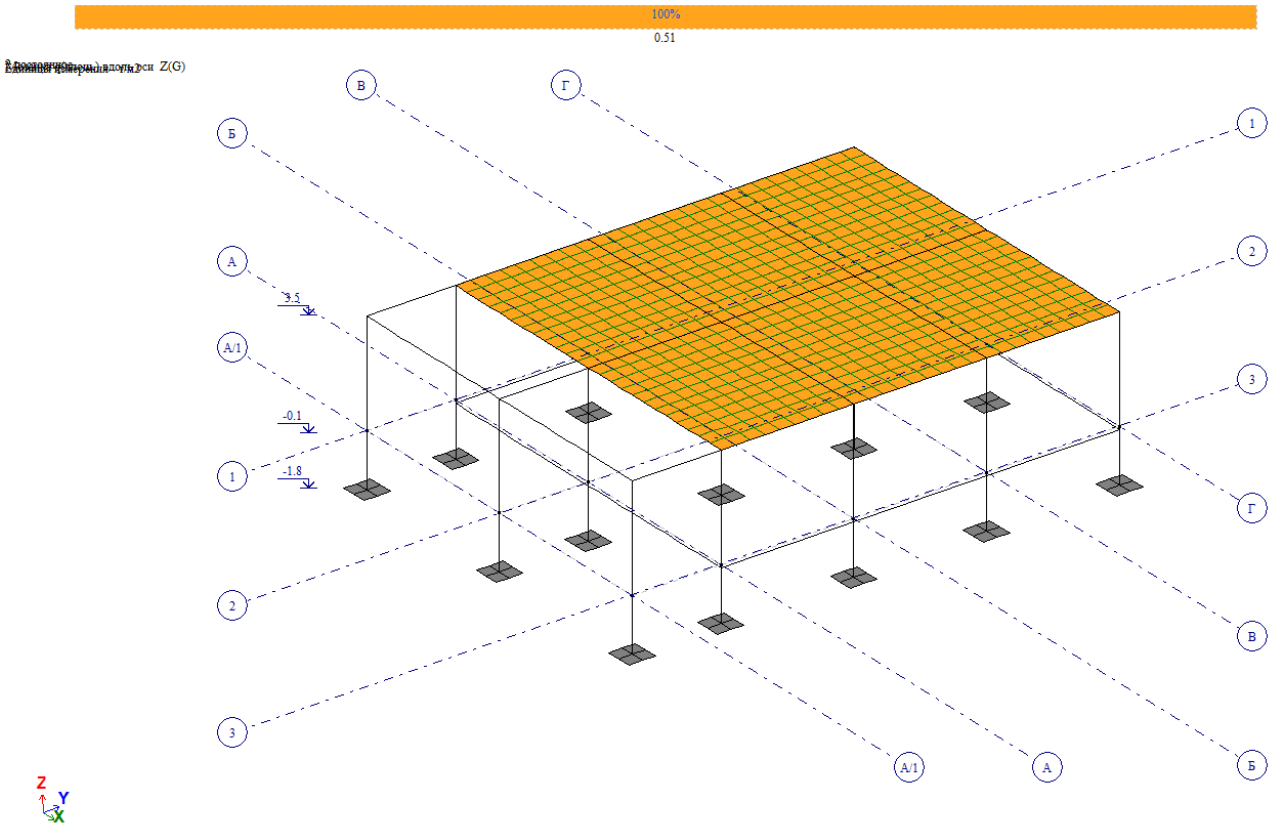


*Рис. 2.2 Постоянные нагрузки*

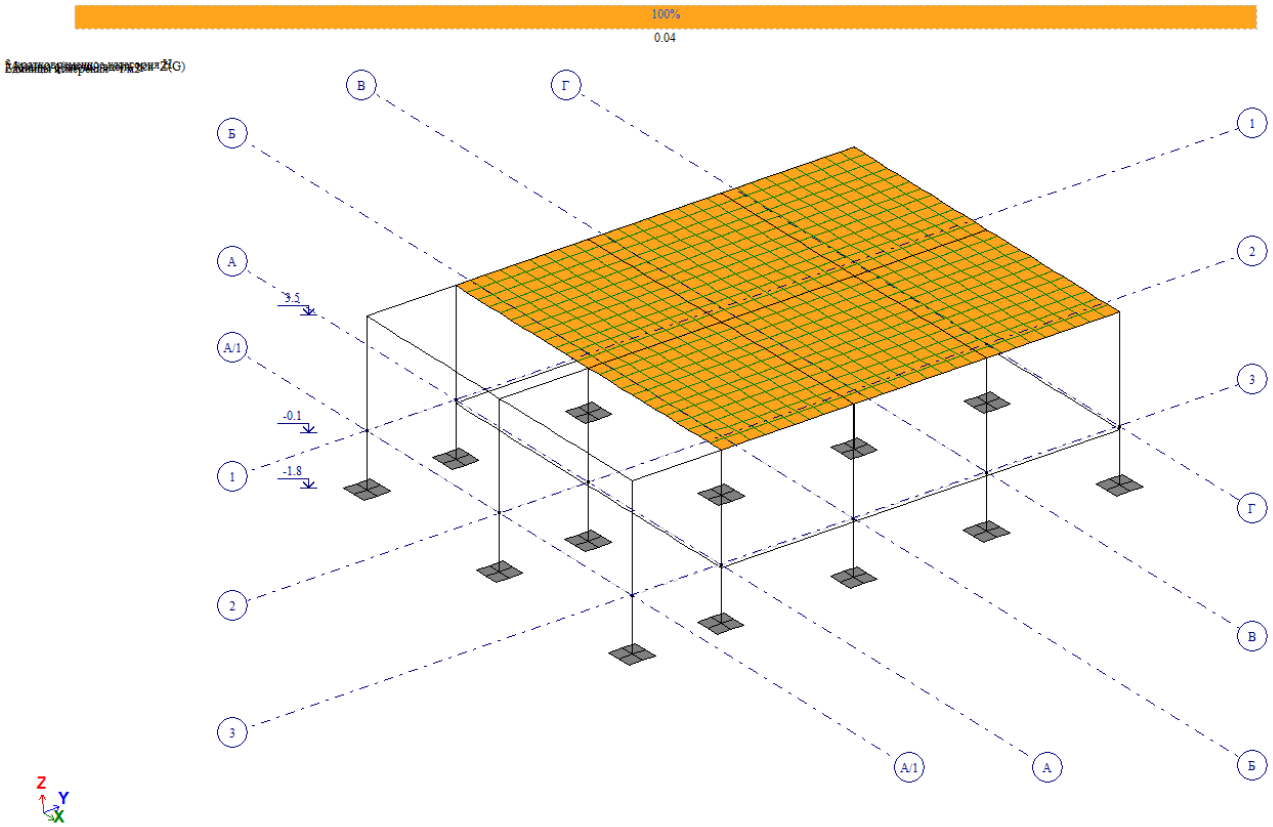


*Рис. 2.3 Категория Н*

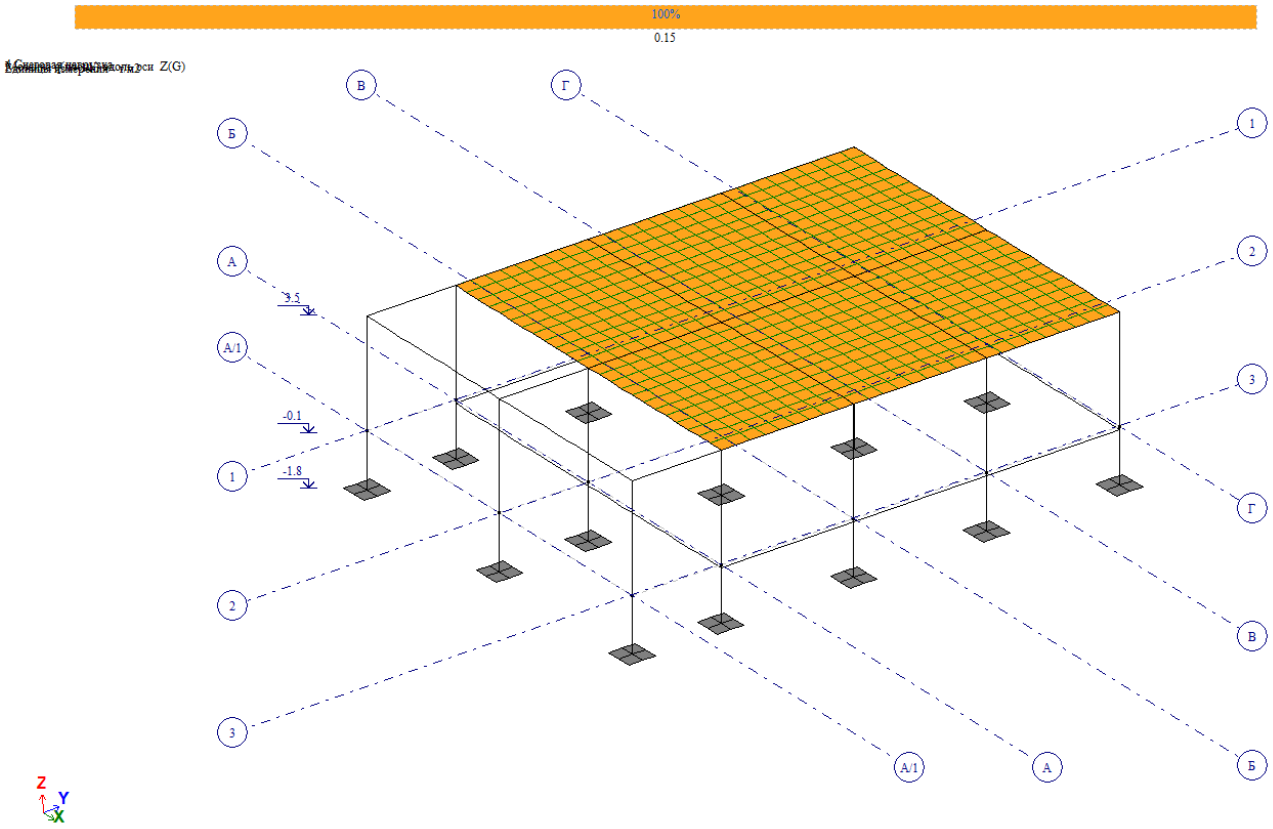


*Рис. 2.4 Снеговая нагрузка*

## 2.4 Протокол расчета

Протокол расчета
Дата: 01.04.2025
FESolver.exe 2024.2.3.0 27.06.2024 15:52
AuthenticAMD AMD Ryzen 7 2700 Eight-Core Processor 8 cores 16 threads
8( 4194304 ) L2 cache
Microsoft Windows 10 Professional RUS 64-bit. Build 19045
Размер доступной физической памяти = 8833482240
10:16 Чтение исходных данных из файла \\nasgs\Work\KJ\KJ_5
(Нурлан)\111\Баня\Расчет\Бания.txt
10:16 Контроль исходных данных основной схемы
Количество узлов = 980 (из них количество неудаленных = 980)
Количество элементов = 1057 (из них количество неудаленных = 1057)
10:16 Разделение линейных загружений на блоки
Линейные загружения разделены на 1 блока
ОСНОВНАЯ СХЕМА
10:16 Оптимизация порядка неизвестных
РАСЧЕТ БЛОКА ЗАГРУЖЕНИЙ №№ 1-4
Количество неизвестных = 4947
РАСЧЕТ НА СТАТИЧЕСКИЕ ЗАГРУЖЕНИЯ
10:16 Формирование матрицы жесткости
10:16 Формирование векторов нагрузок
10:16 Разложение матрицы жесткости
10:16 Вычисление неизвестных
10:16 Контроль решения
Формирование результатов
10:17 Формирование топологии
10:17 Формирование перемещений
10:17 Вычисление и формирование усилий в элементах
10:17 Вычисление и формирование реакций в элементах
10:17 Вычисление и формирование эпюр усилий в стержнях
10:17 Вычисление и формирование эпюр прогибов в стержнях
Суммарные узловые нагрузки на основную схему:
Загружение 1 PX=0 PY=0 PZ=211.594 PUX=8.67362e-016 PUY=-3.16414e-015 PUZ=0 PW=0
Загружение 2 PX=0 PY=0 PZ=199.845 PUX=-7.18176e-016 PUY=-1.95677e-015 PUZ=0 PW=0
Загружение 3 PX=0 PY=0 PZ=6.48 PUX=8.78204e-017 PUY=-1.75641e-016 PUZ=0 PW=0
Загружение 4 PX=0 PY=0 PZ=24.3 PUX=2.81025e-016 PUY=-7.02563e-016 PUZ=0 PW=0
Расчет успешно завершен
Затраченное время = 0 мин

## 2.5 Расчетная схема каркаса

баня.l3d

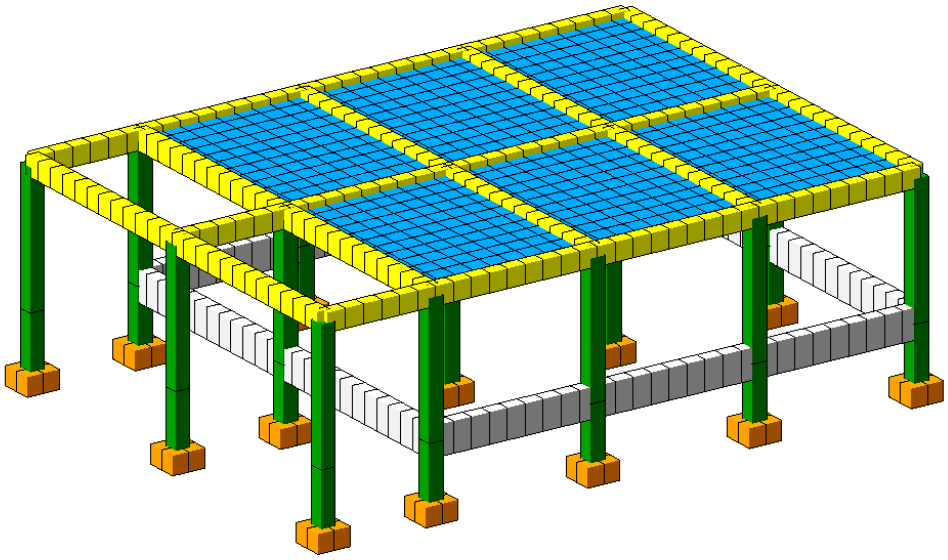

Рис. 2.5 3D модель

4.Снеговая нагрузка

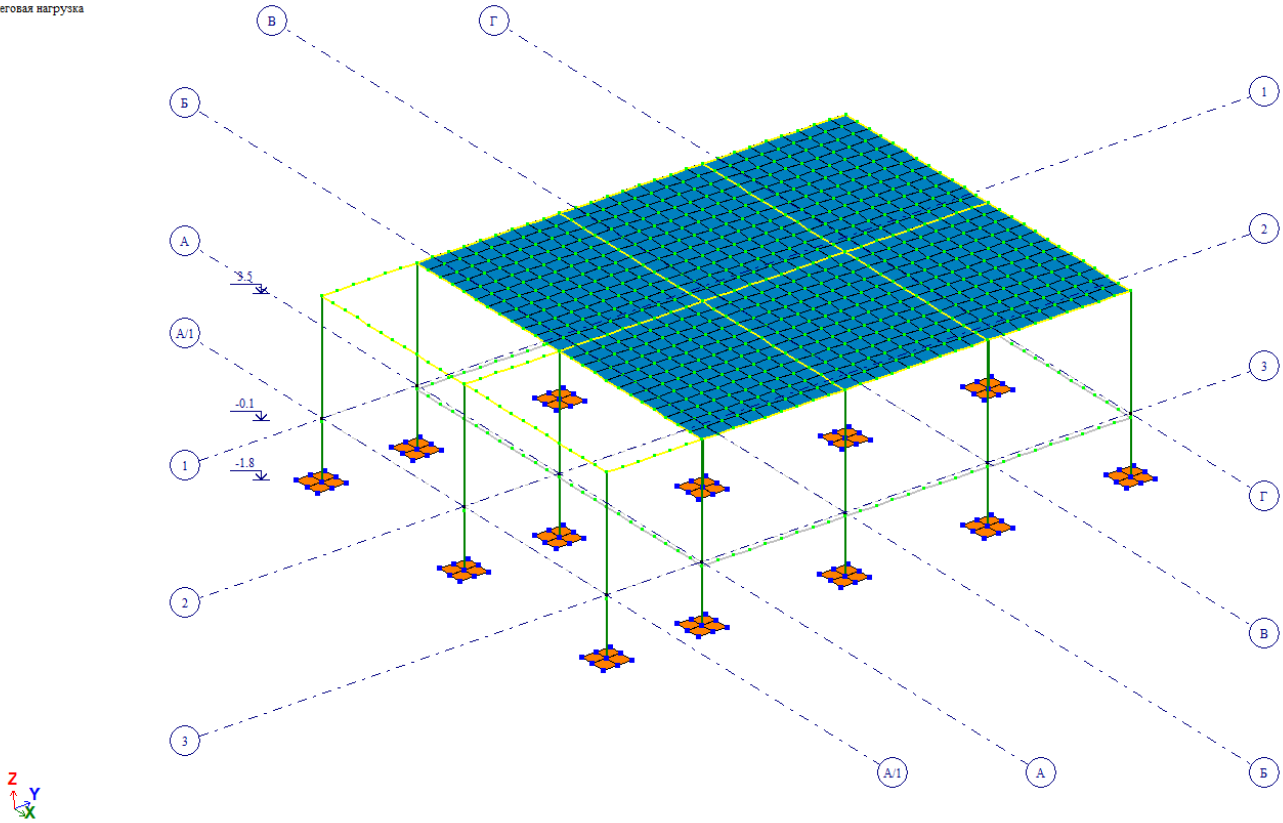


Рис. 2.6 Расчетная модель

1.собственный вес

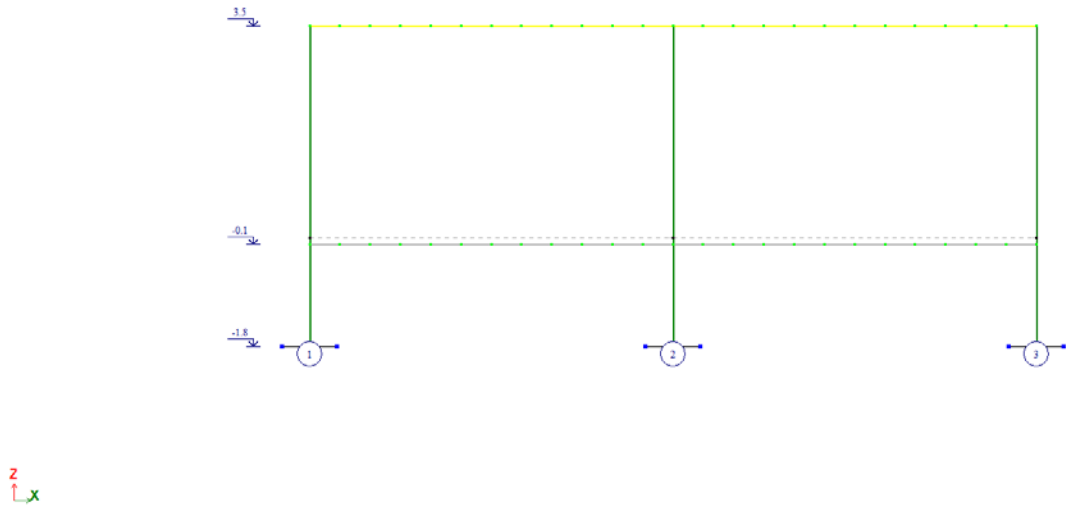


*Рис. 2.7 Плоскость XZ*

1.собственный вес

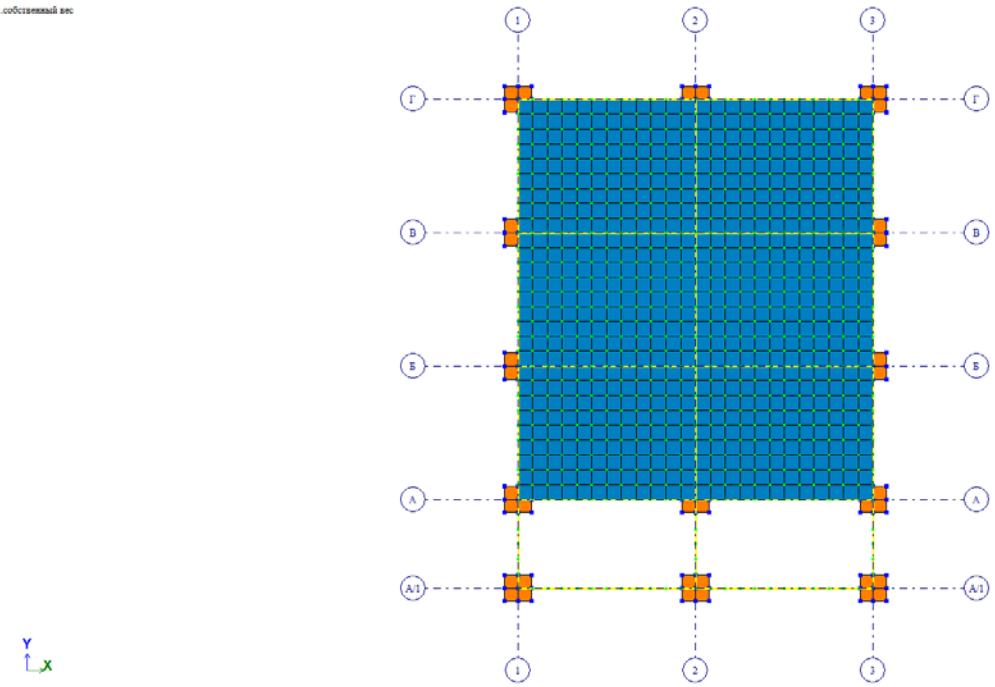


*Рис. 2.8 плоскость XY*

1.собственный вес

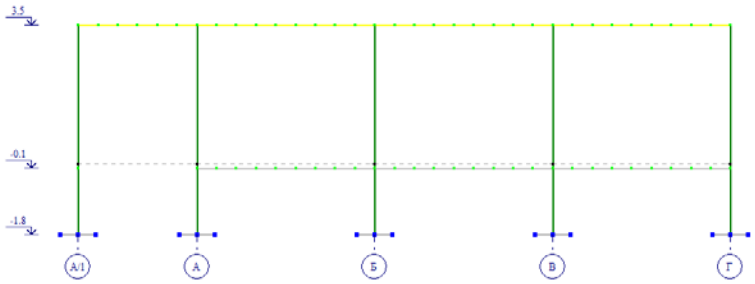

*Рис. 2.9 Плоскость YZ*

## 2.6 Таблица жесткости элементов

### 2.6.1 Жесткости

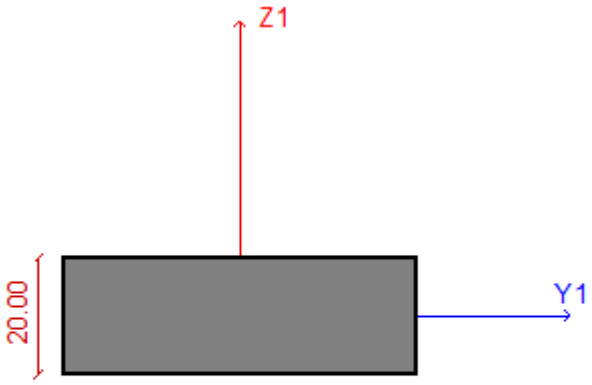


Рис. 2.10 Жесткость 1 «Пластина  H 20»

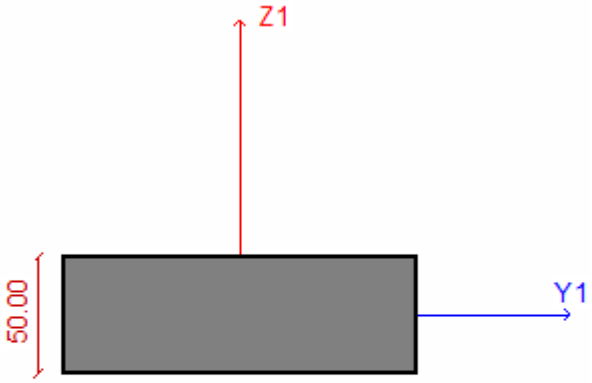


Рис. 2.11 Жесткость 2 «Пластина  H 50»

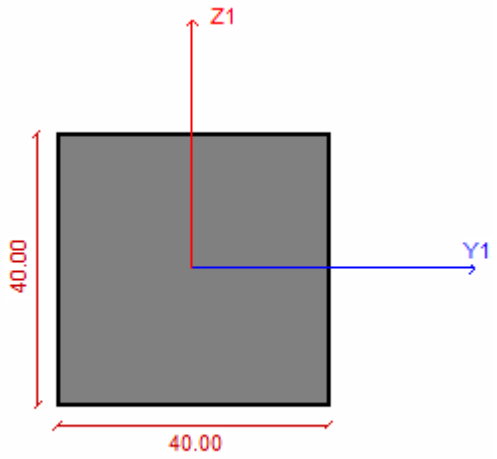


*Рис. 2.12 Жесткость 3 «Брус 40 X 40»*

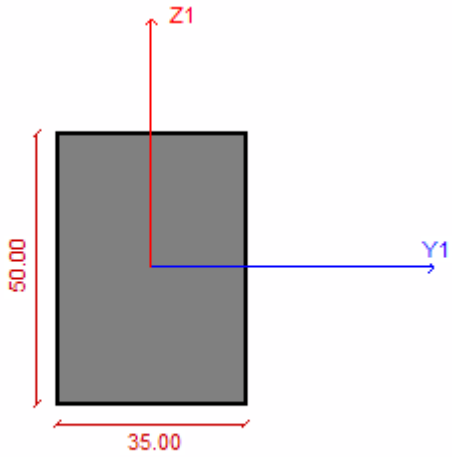


*Рис. 2.13 Жесткость 4 «Брус 35 X 50»*

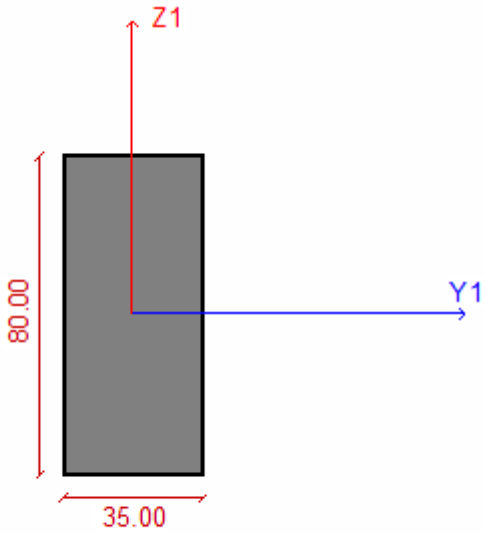


*Рис. 2.14 Жесткость 5 «Брус 35 X 80»*

Таблица 2.1 Жесткостные характеристики

Таблица 2.1 Жесткостные характеристики. Стержни

| Цвет | Номер | Имя | Комментарий | E, т/м2 | RO, т/м3 | EF, т | Ely, т*м2 | Elz, т*м2 | Glk, т*м2 | Y1, см | Y2, см | Z1, см | Z2, см | Ru_Y, см | Ru_Z, см | q, т/м | GFy, т | GFz, т |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 3 | Брус 40 X 40 | к-1 | 3060000.000 | 2.500 | 489600.000 | 6528.000 | 6528.000 | 4569.600 | 6.667 | 6.667 | 6.667 | 6.667 | 0.000 | 0.000 | 0.400 | 170000.000 | 170000.000 |
| | 4 | Брус 35 X 50 | Р-1 | 3060000.000 | 2.500 | 535500.000 | 11156.250 | 5466.563 | 5393.674 | 5.833 | 5.833 | 8.333 | 8.333 | 0.000 | 0.000 | 0.438 | 185937.500 | 185937.500 |
| | 5 | Брус 35 X 80 | Р-2 | 3060000.000 | 2.500 | 856800.000 | 45696.000 | 8746.500 | 10823.795 | 5.833 | 5.833 | 13.333 | 13.333 | 0.000 | 0.000 | 0.700 | 297500.000 | 297500.000 |

Таблица 2.1 Жесткостные характеристики. Пластины

| Цвет | Номер | Имя | Комментарий | E(E1), т/м2 | RO, т/м3 | V12(V) | E2, т/м2 | V21 | G12(G), т/м2 | H, см |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | Пластина H 20 | Плита | 3060000.000 | 2.500 | 0.200 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 20 |
| | 2 | Пластина H 50 | Фм-1 | 3060000.000 | 2.500 | 0.200 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 50 |

## 2.7 Мозаика жесткостей элемента расчетной схемы

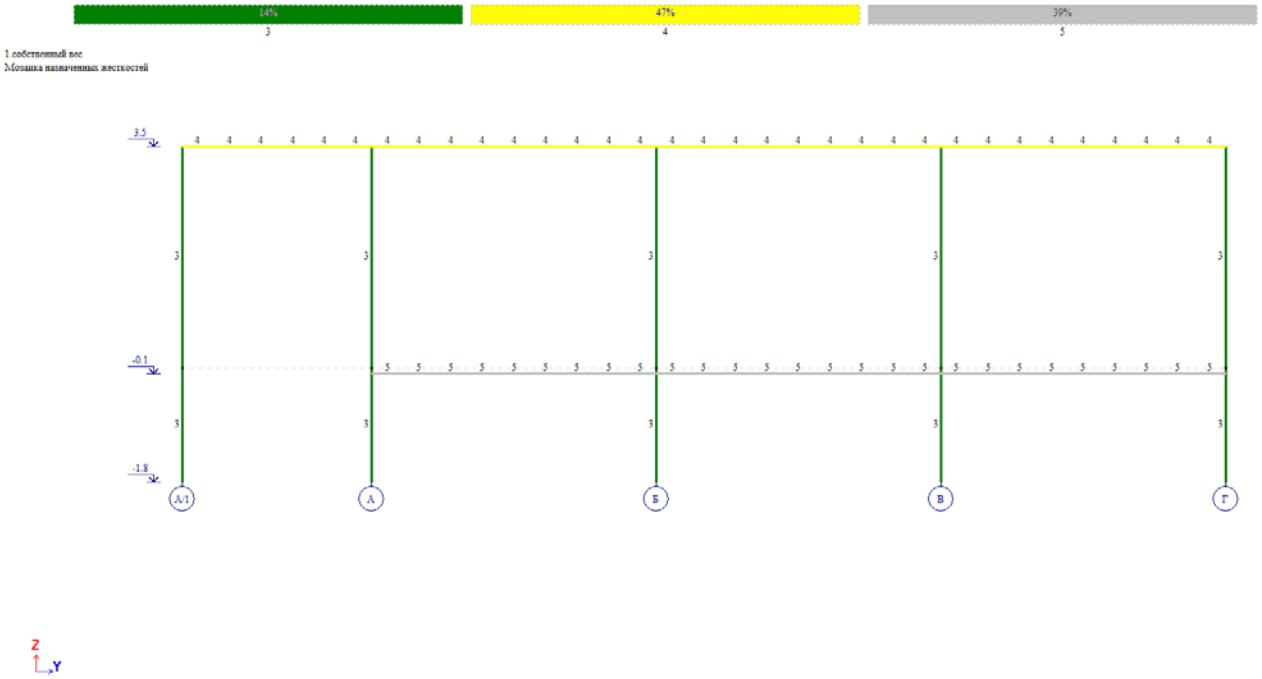


Рис. 2.15 Мозаика назначенных жесткостей оси 1

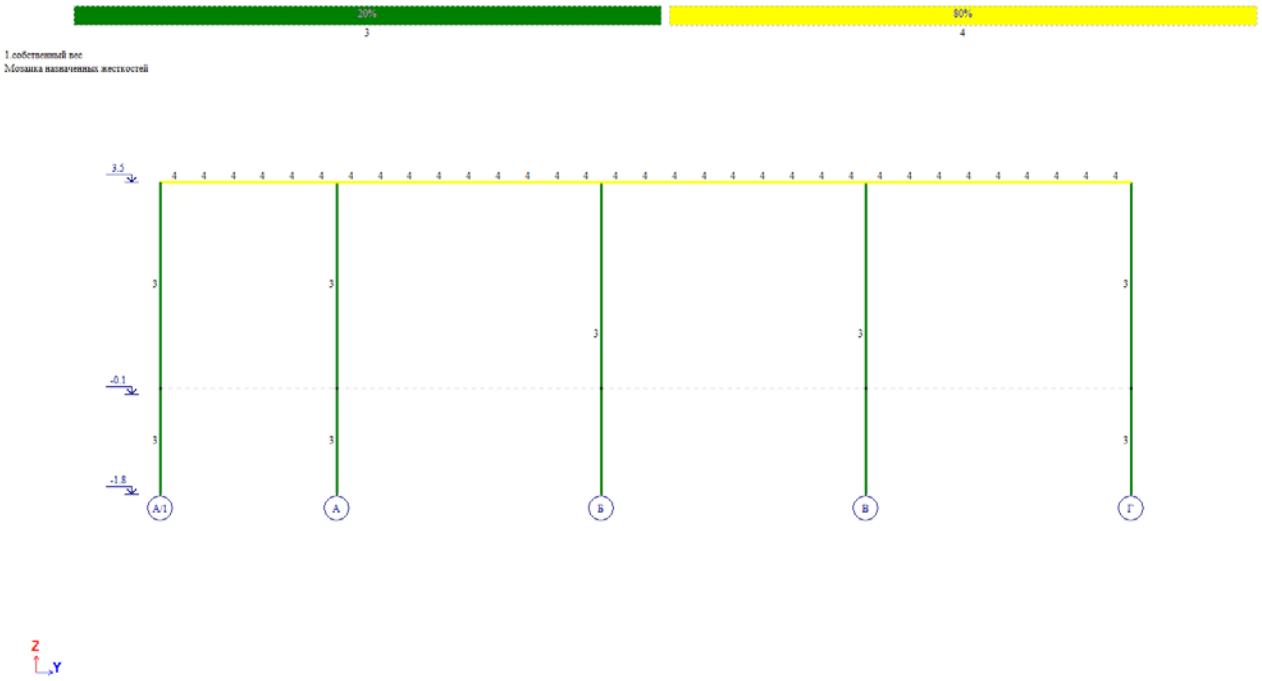


Рис. 2.16 Мозаика назначенных жесткостей оси 2

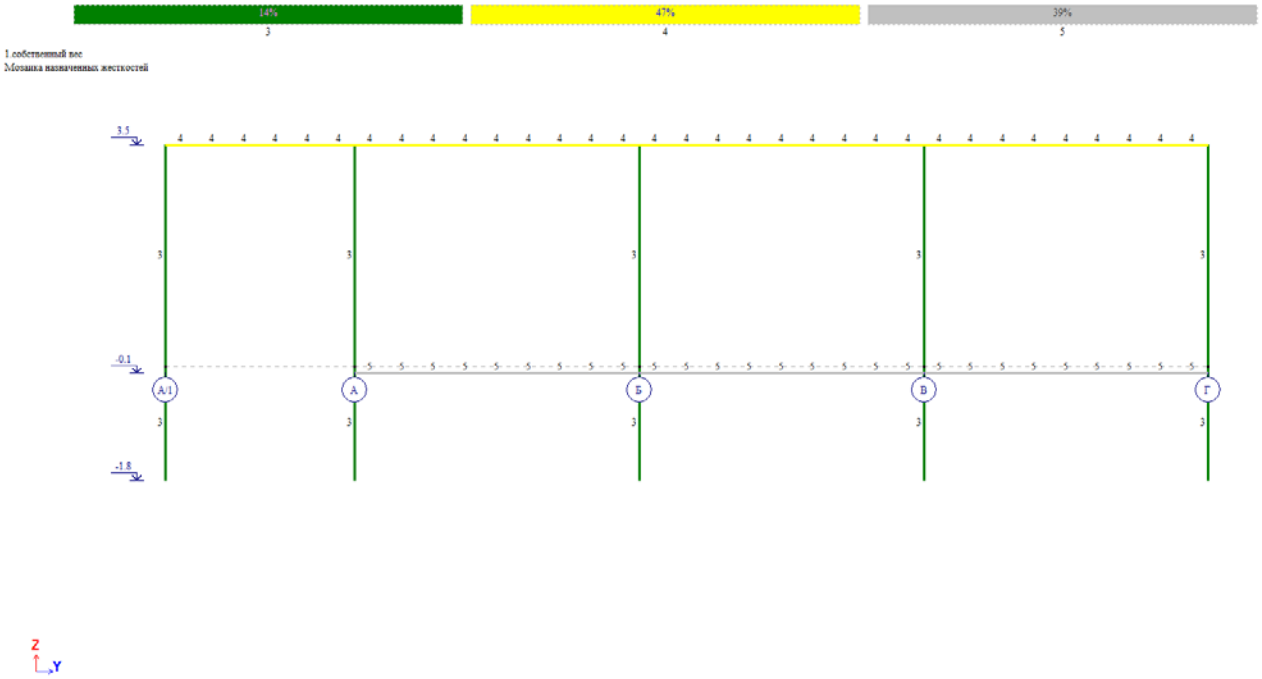


*Рис. 2.17 Мозаика назначенных жесткостей оси 3*

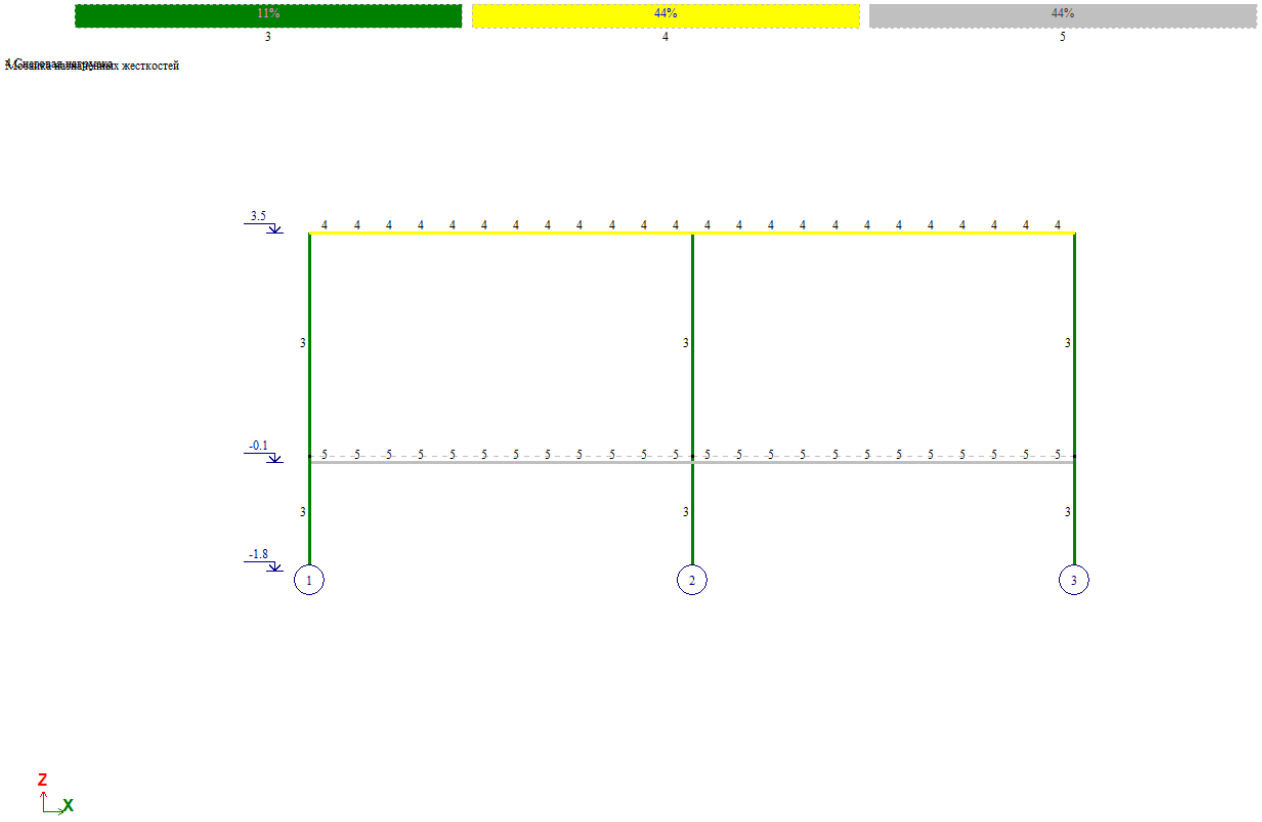


*Рис. 2.18 Мозаика назначенных жесткостей оси А и Г*

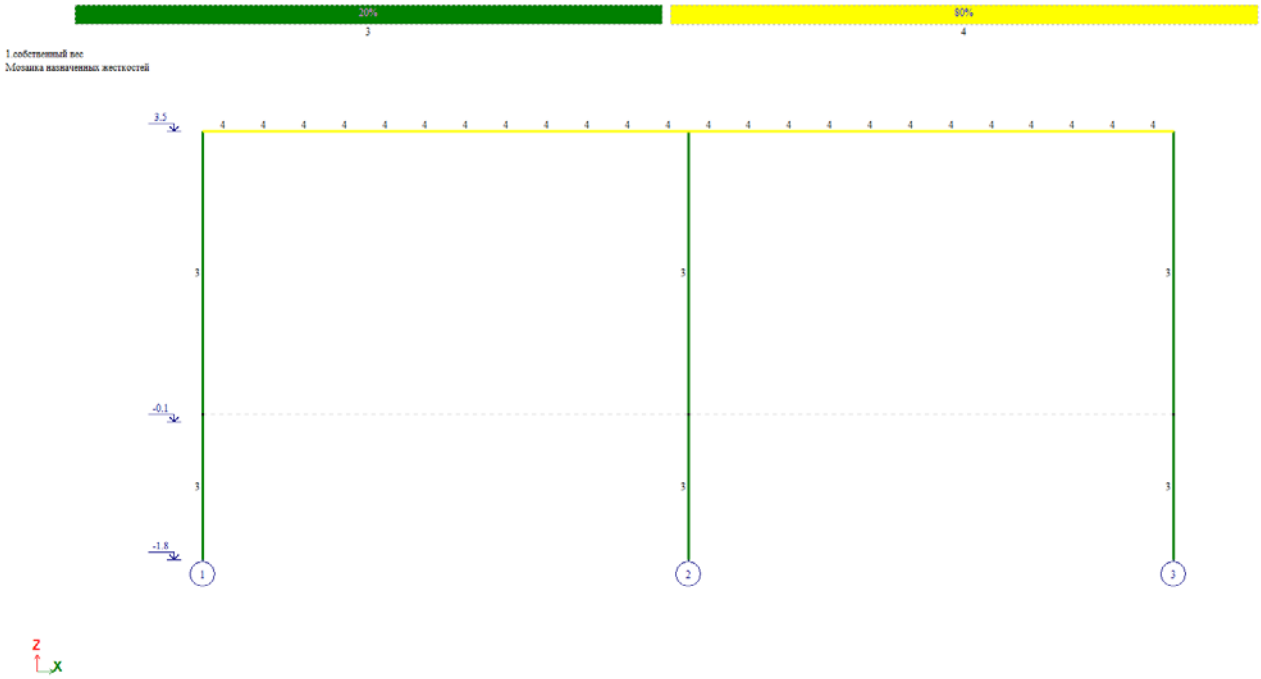


*Рис. 2.19 Мозаика назначенных жесткостей оси А/1, Б, В.*

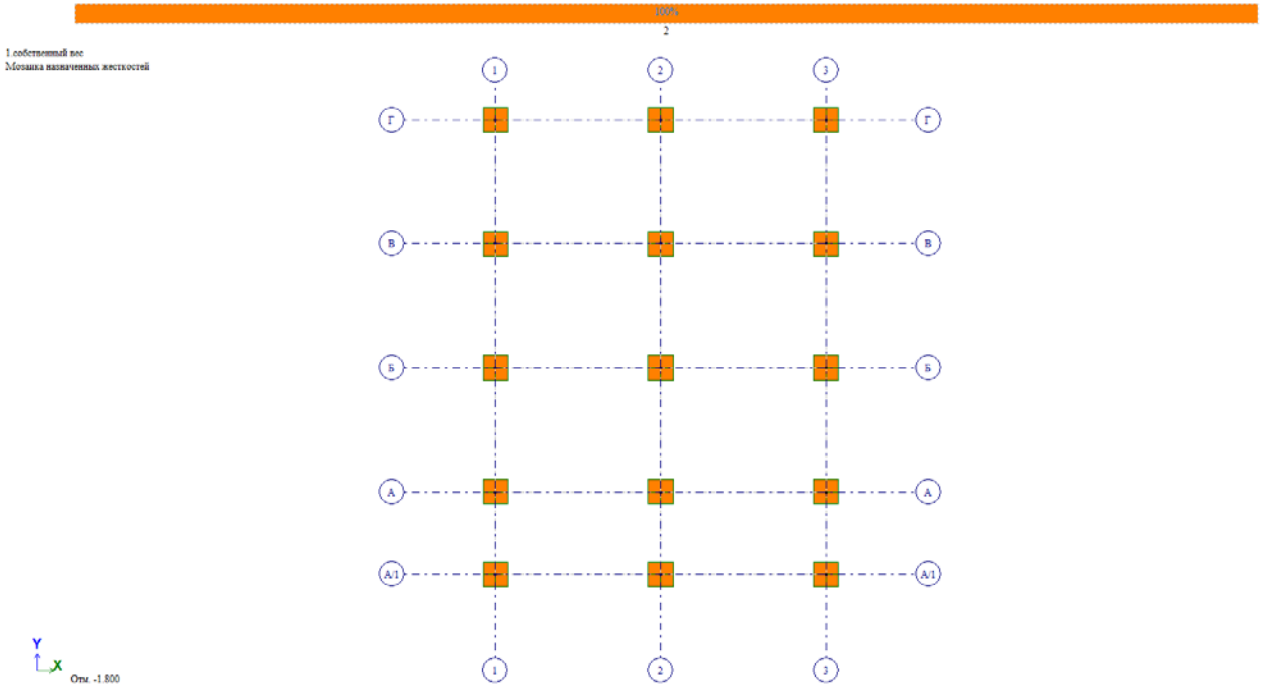


*Рис. 2.20 Мозаика назначенных жесткостей на отм. –1.800.*

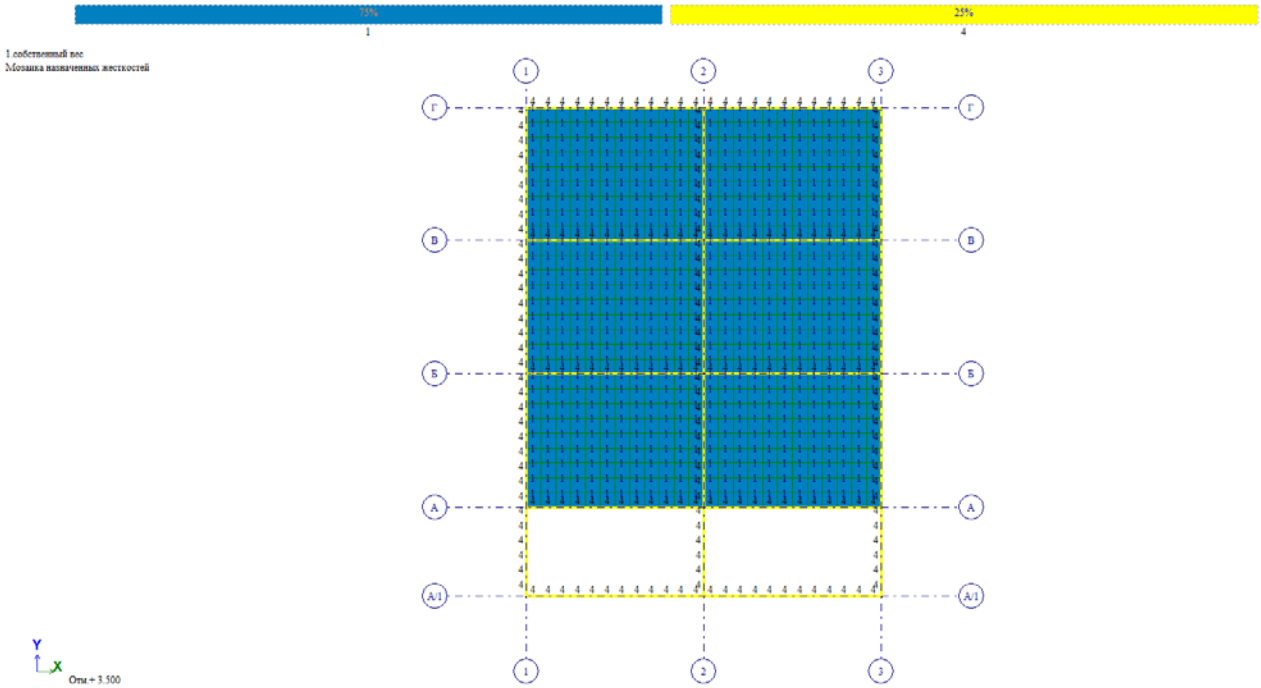


*Рис. 2.21 Мозаика назначенных жесткостей на отм. +3.500.*

## 2.8 Мозайка перемещения

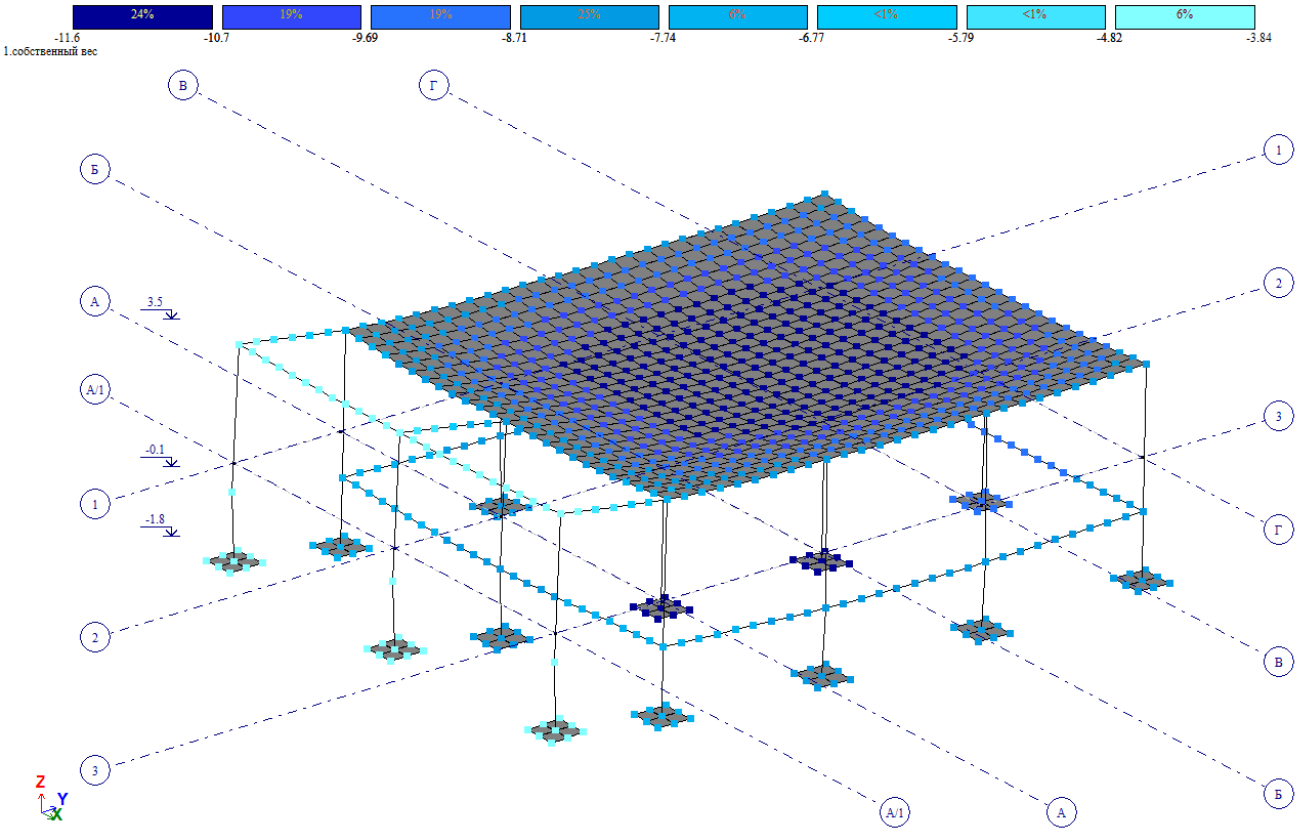


Рис. 2.22 Мозаика перемещений по Z(G)

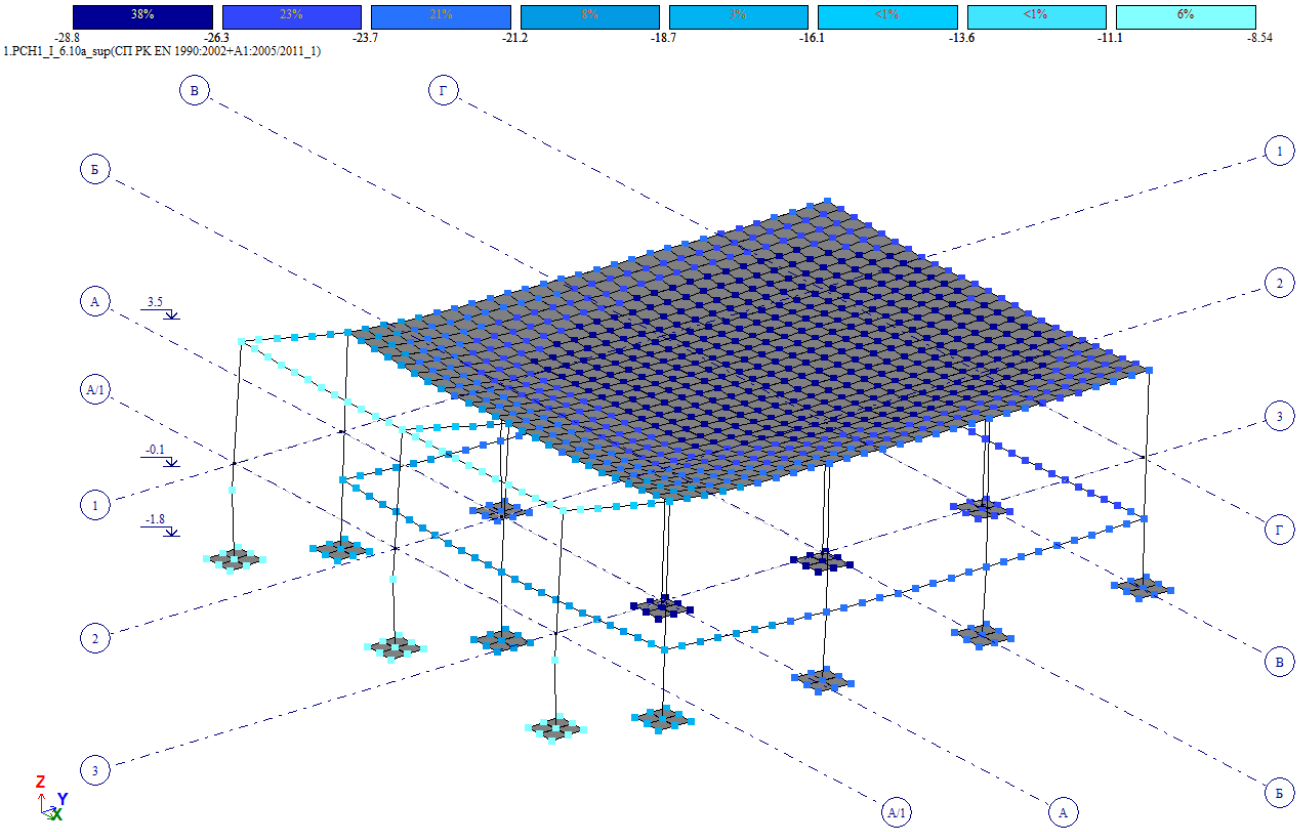


Рис. 2.23 Мозаика перемещений по Z(G)(2)

**10.1.14** В результате расчета несущей КС должны быть установлены: значения вертикальных перемещений (прогибов) перекрытий и покрытий, горизонтальные перемещения КС, а для зданий повышенной этажности - также ускорения колебаний перекрытий верхних этажей. Величины указанных перемещений и ускорения колебаний не должны превышать допустимых значений, установленных соответствующими нормативными документами.

Определение горизонтальных перемещений КС производят от действия расчетных (для предельных состояний второй группы) постоянных, длительных и кратковременных горизонтальных и вертикальных нагрузок. При этом на первой стадии расчета рекомендуется принимать пониженные значения жесткостей элементов КС, поскольку горизонтальные перемещения напрямую зависят от жесткостных свойств элементов.

Определение вертикальных перемещений (прогибов) перекрытий и покрытий производят от действия характеристических постоянных и длительных вертикальных нагрузок. При этом на первой стадии расчета рекомендуется принимать пониженные значения жесткостей элементов КС, в частности - плит перекрытий, поскольку вертикальные перемещения (прогибы) напрямую зависят от их деформационных свойств.

В первом приближении значения понижающих коэффициентов относительно начального модуля упругости бетона *Ecm* с учетом длительности действия нагрузки рекомендуется принимать:

- для вертикальных несущих элементов - 0,6;
- для плит перекрытий (покрытий) - 0,2 при наличии трещин;
- для плит перекрытий (покрытий) - 0,3 - при отсутствии трещин.

На последующих стадиях расчета при известном армировании принимают уточненные жесткости плит с учетом армирования, наличия трещин и неупругих деформаций в бетоне и арматуре согласно действующим нормативным документам.

Ускорения колебаний перекрытий верхних этажей здания следует определять при действии пульсационной составляющей ветровой нагрузки.

Расчет по прогибам производят из условия:

$$\alpha_k \le \alpha_{\lim}$$

Предельно допустимый прогиб, установленный нормативными документами:

$$\alpha_{\lim} = \frac{1}{250} \cdot l_{eff}$$

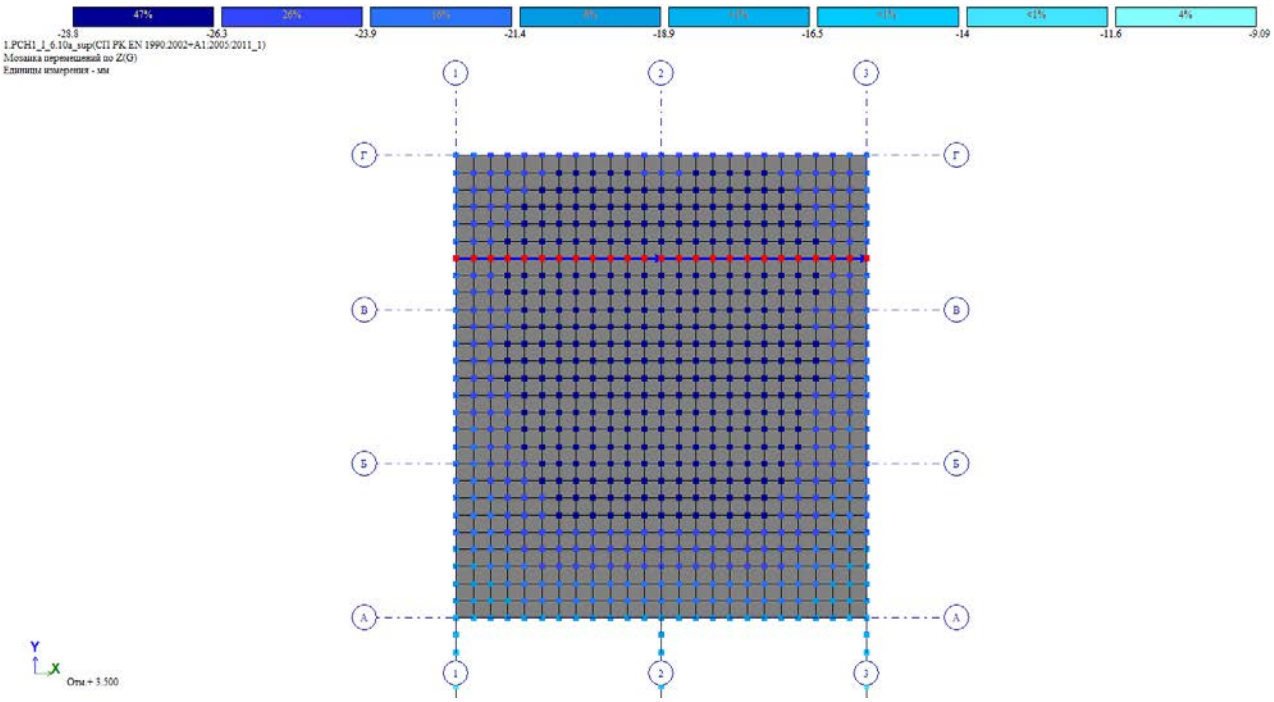


*Рис. 2.24 Мозаика перемещений по Z(G)(3)*

$$a_{lim} = \frac{6000}{300} = 20{,}0\text{мм} \quad > \quad a_k = 2.33\text{мм}$$

***Условия выполняется.***

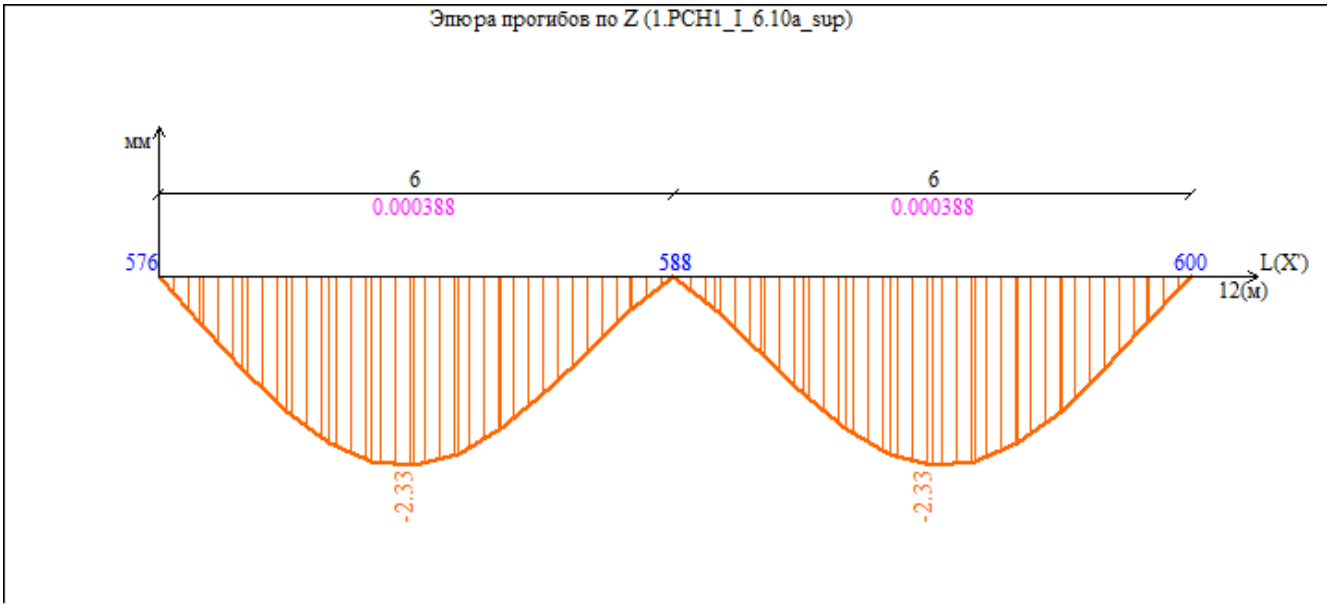


*Рис. 2.25 Эпюра прогибов по Z (1.РСН1_I_6.10а_sup)*

## 2.9 Расчет осадки фундамента

***Перемещения Фундамента***

*Максимальное перемещения фундаментной плиты составило 84,3 мм минимальное 37,2 мм*
*Согласно СП РК 5.01-102-2013 пункта 4.5.4-4,5,7 также приложений В*

*Определяем разность осадок фундамента (84,3-37,2)/16500=0,0013*
*Допустимая максимальная перемещение составила 10,0 см согласно*
*Таблице В.1*
*Перемещение фундамента составила 84,3 мм условия по предельным деформациям основания соблюдаются.*

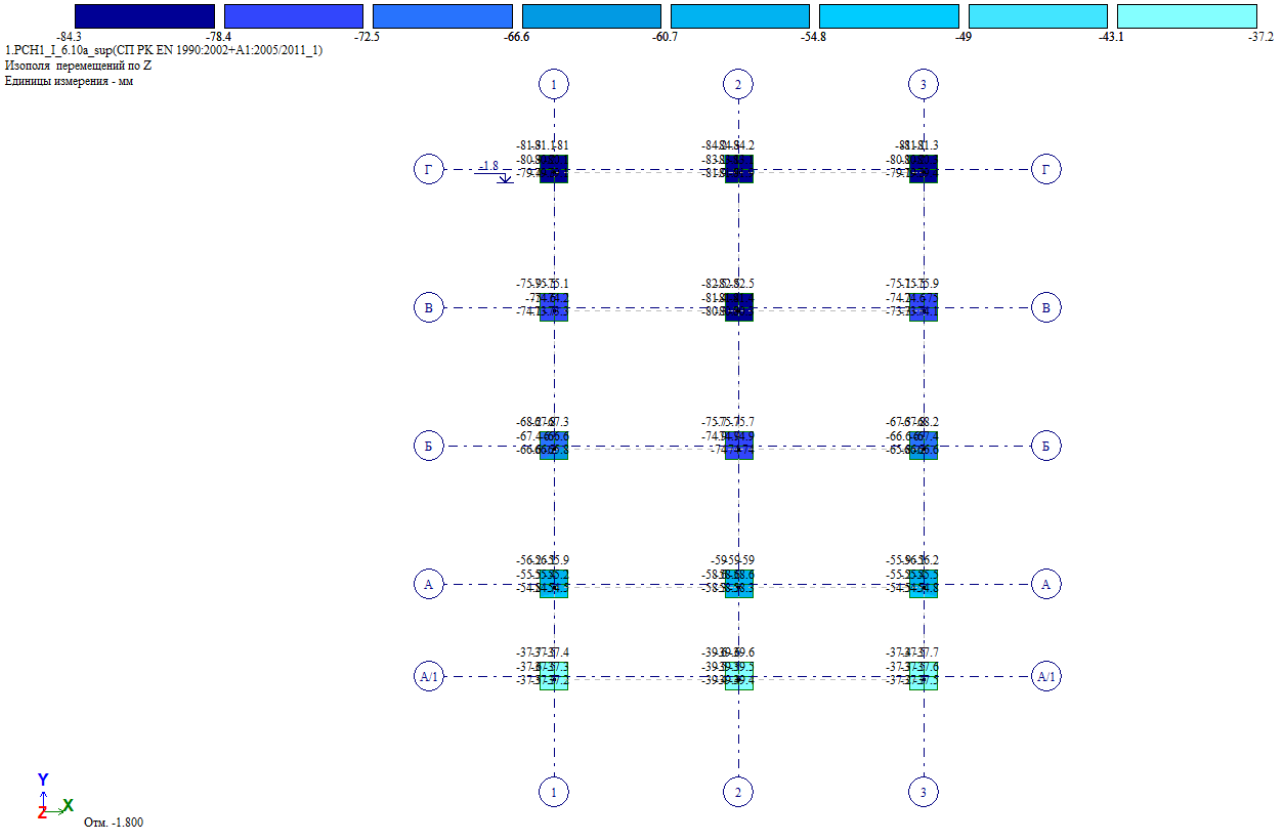


*Рис. 2.26 Изополя перемещений по Z*

# 3 Результаты расчетов

## 3.1 Армирование плиты перекрытие толщиной 200 мм

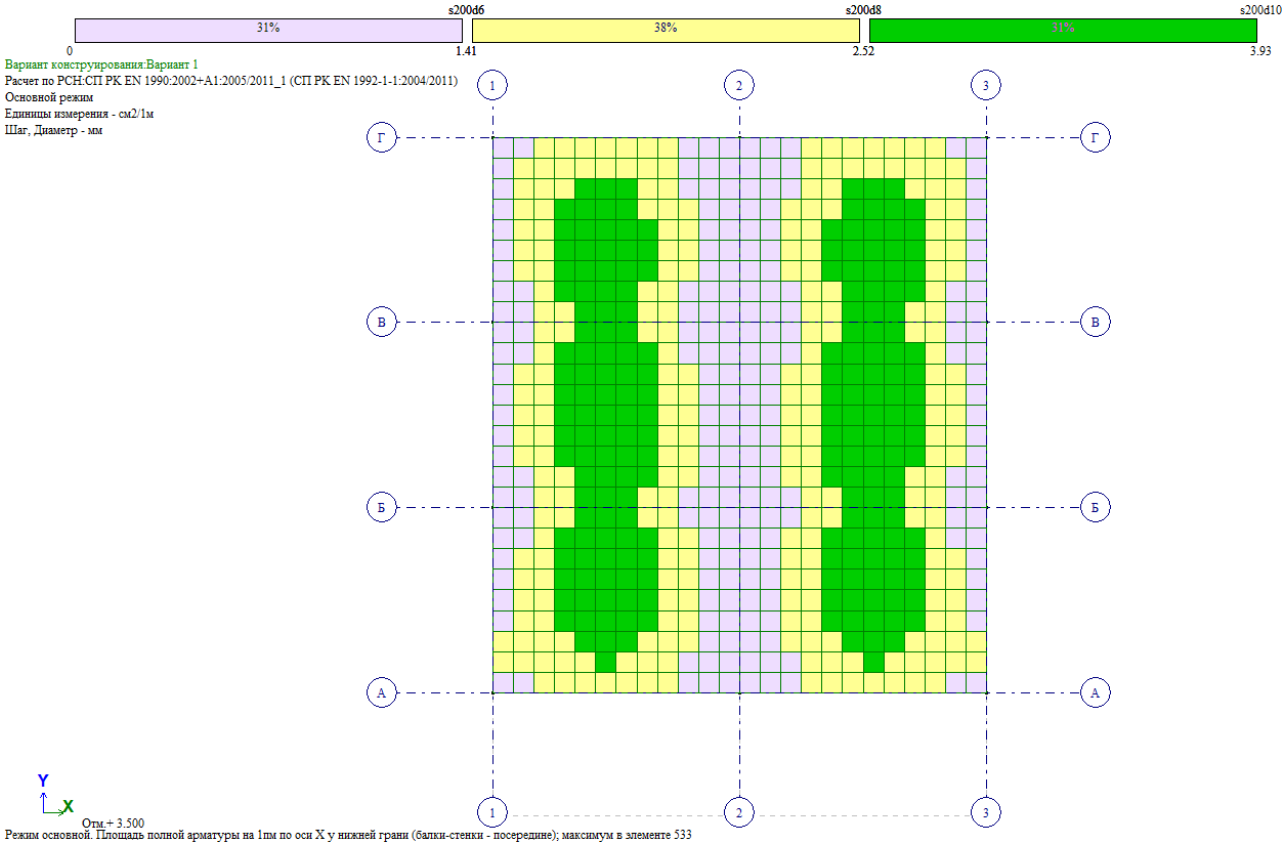


*Рис. 3.1 Режим основной. Площадь полной арматуры на 1пм по оси X у нижней грани (балки-стенки – посередине)*

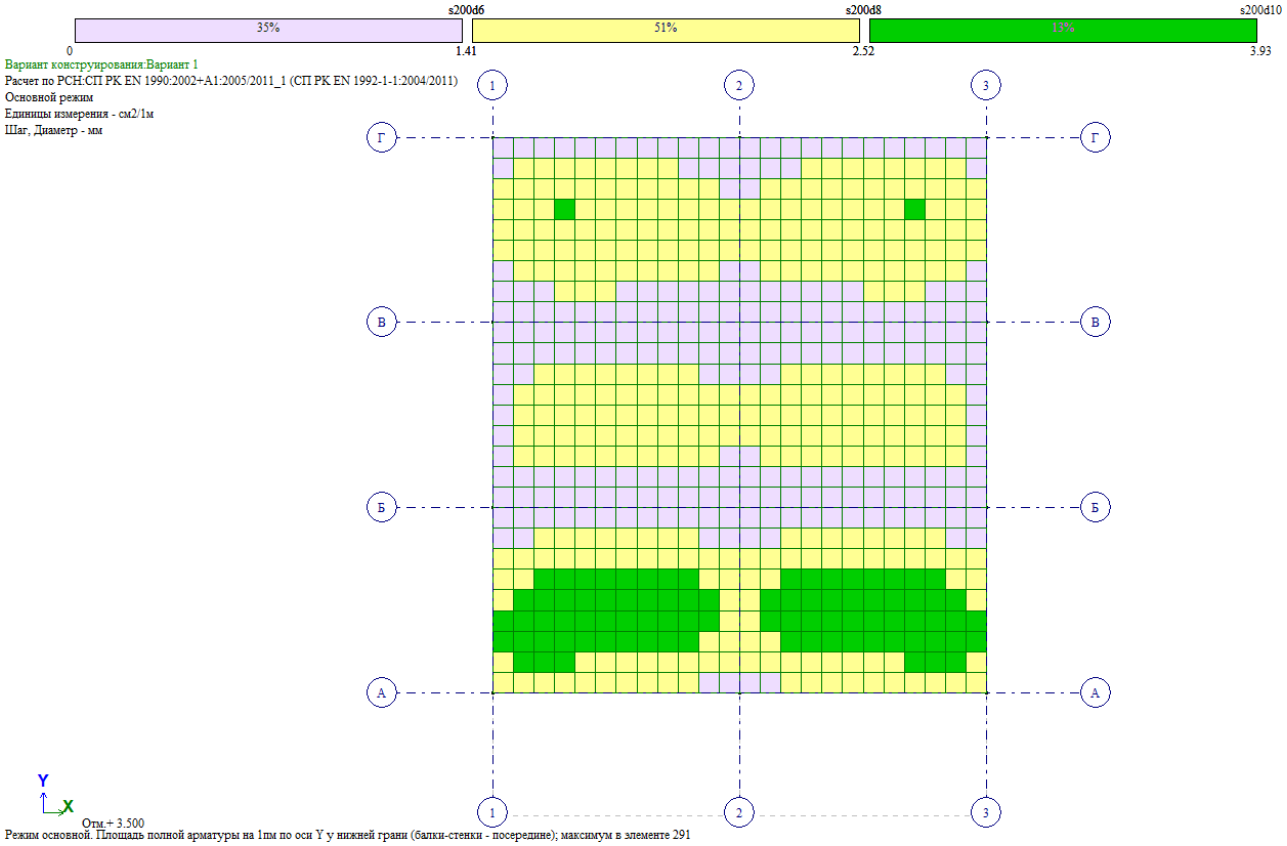


*Рис. 3.2 Режим основной. Площадь полной арматуры на 1пм по оси Y у нижней грани (балки-стенки – посередине)*

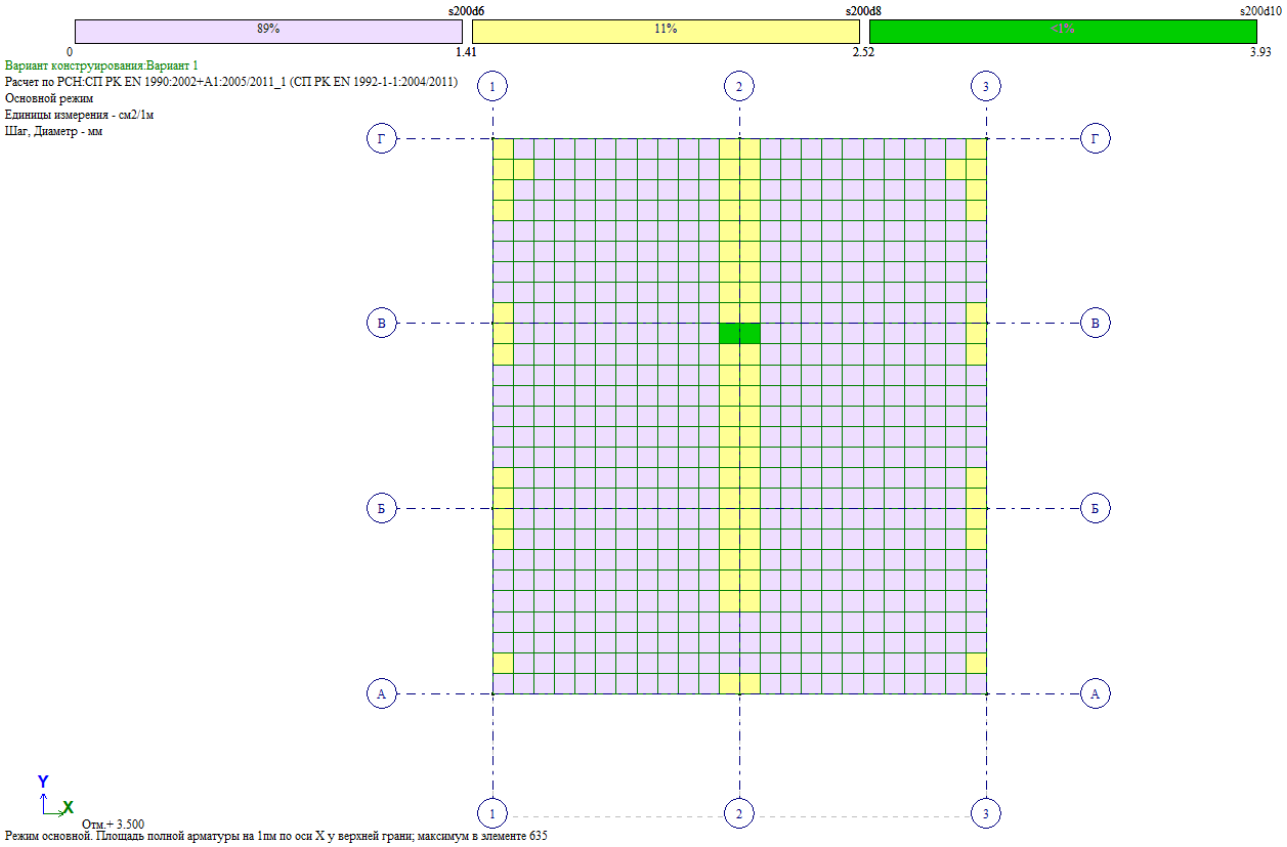


*Рис. 3.3 Режим основной. Площадь полной арматуры на 1пм по оси X у верхней грани*

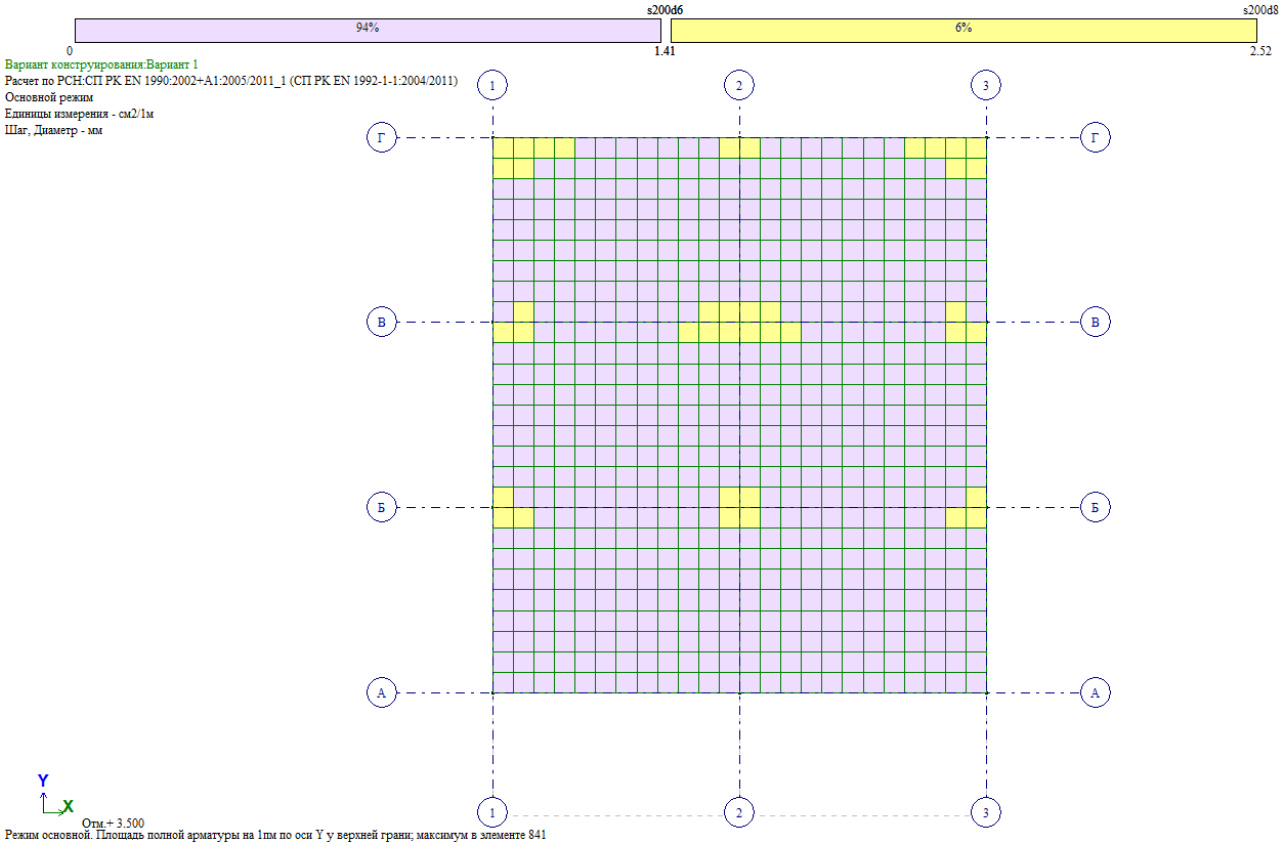


*Рис. 3.4 Режим основной. Площадь полной арматуры на 1пм по оси Y у верхней грани*

## 3.2 Армирование колонн сечением 400х400 мм

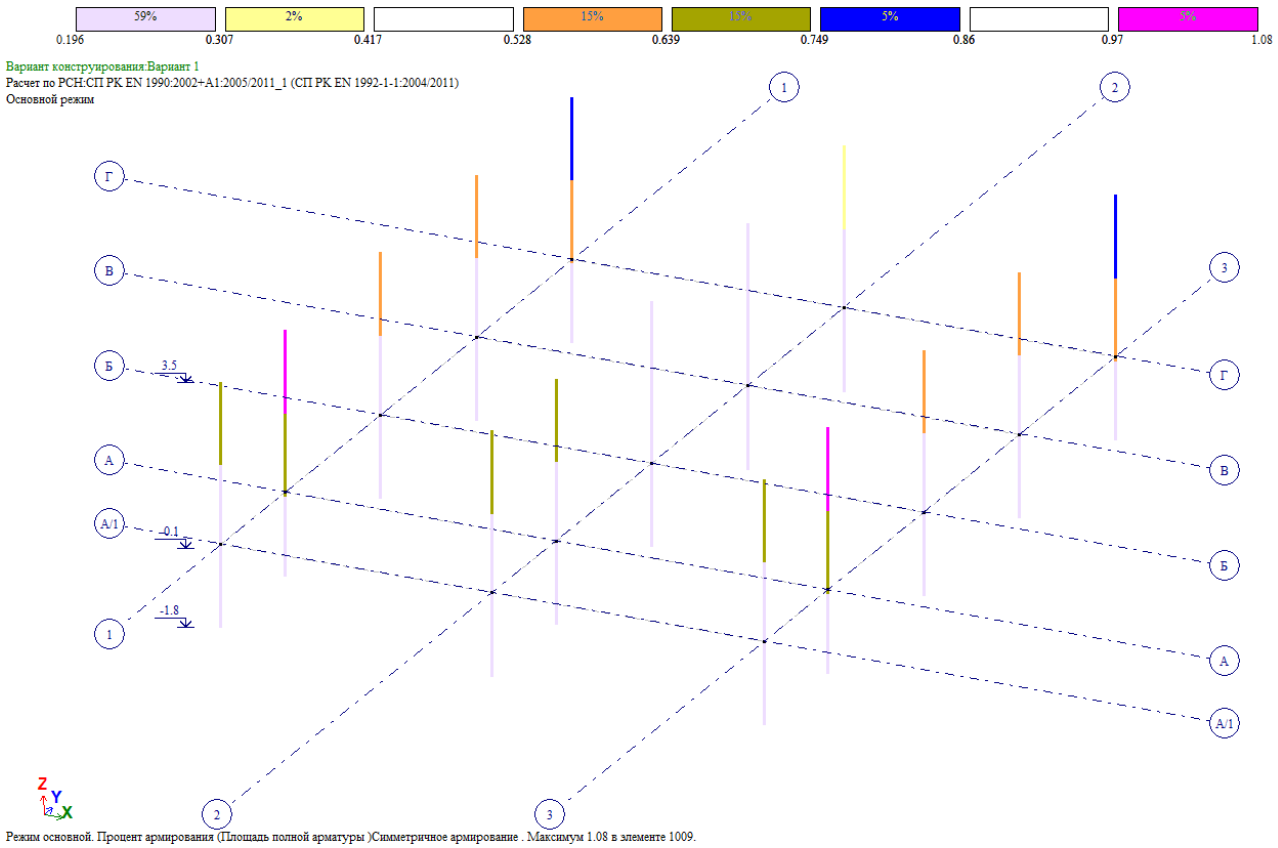


*Рис. 3.5 Режим основной. Процент армирования (Площадь полной арматуры )Симметричное армирование . Максимум 0.74 в элементе 1058.*

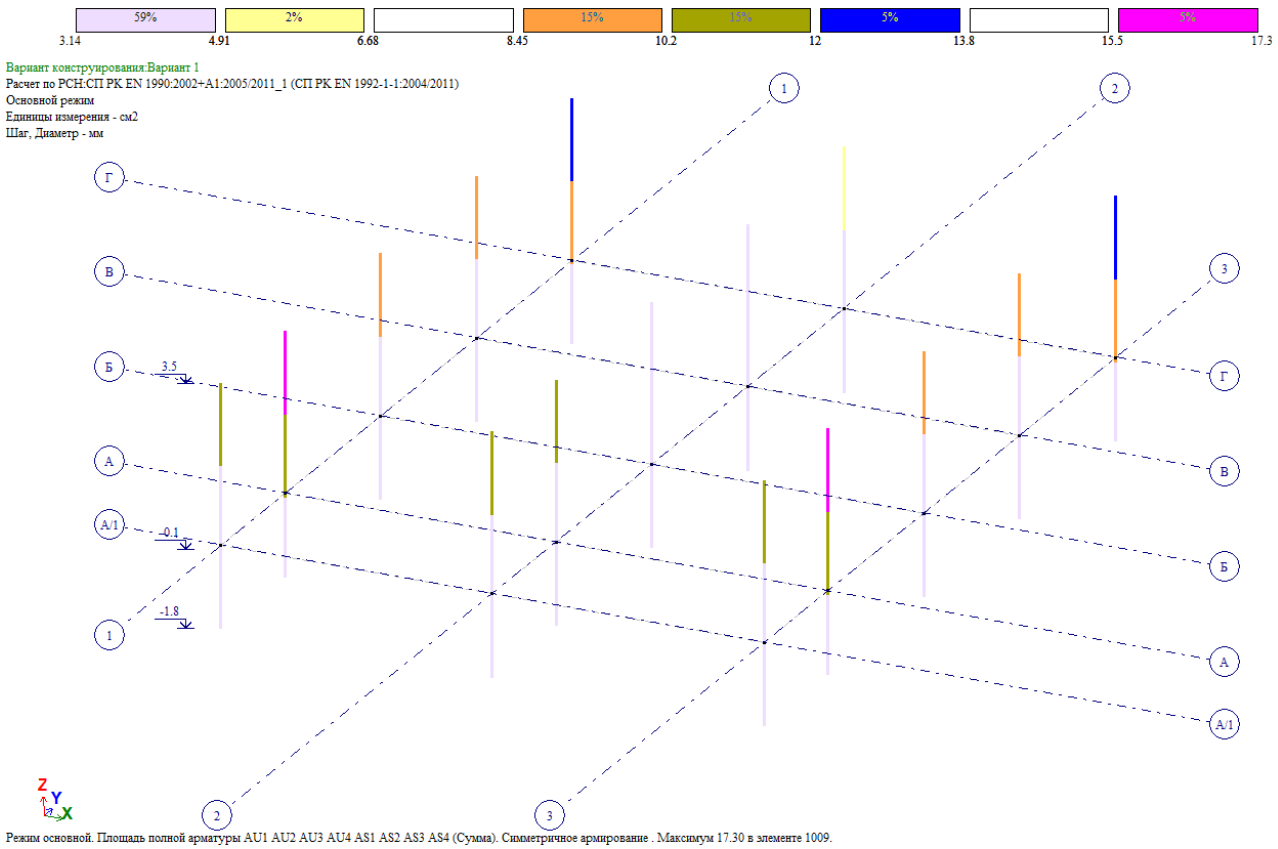


*Рис. 3.6 Режим основной. Площадь полной арматуры AU1 AU2 AU3 AU4 AS1 AS2 AS3 AS4 (Сумма). Симметричное армирование . Максимум 11.88 в элементе 1058.*

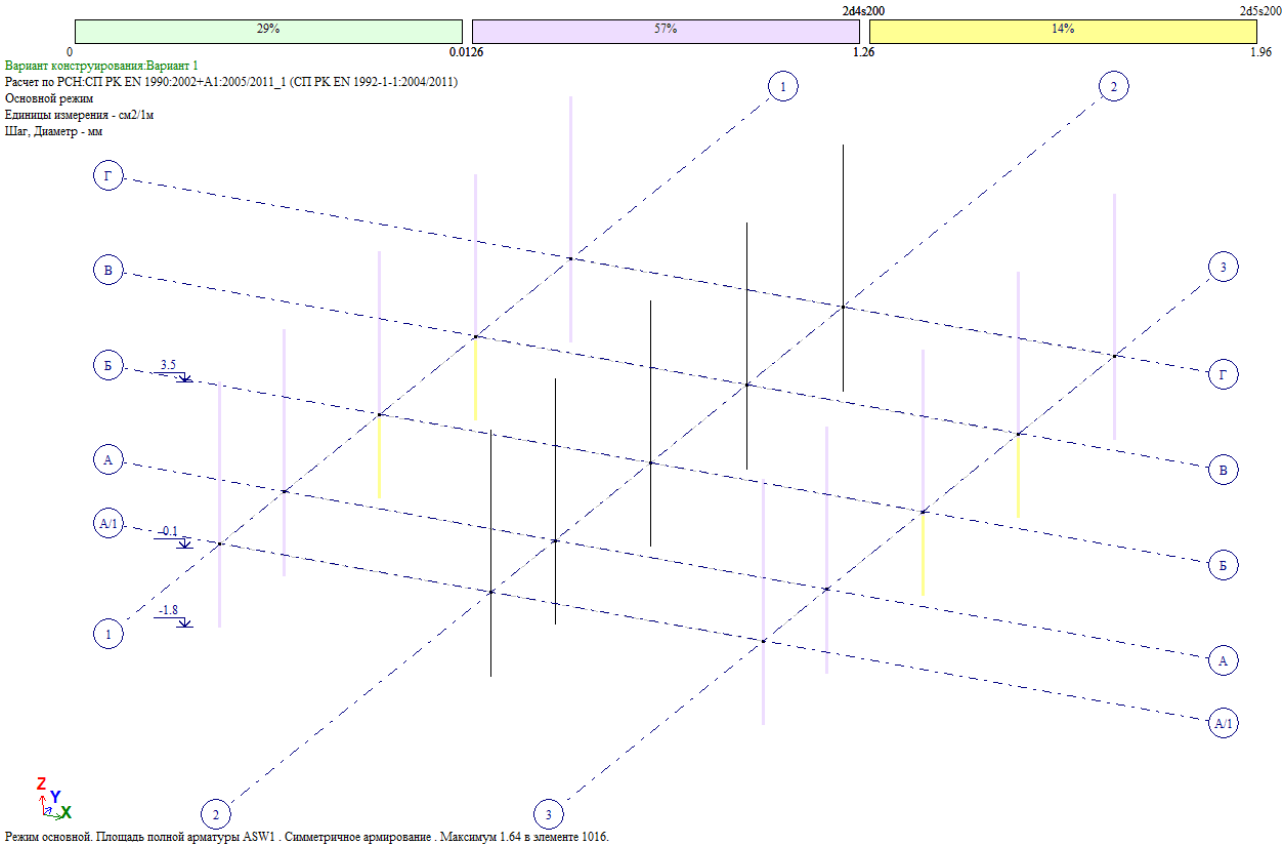


*Рис. 3.7 Режим основной. Площадь полной арматуры ASW1 . Симметричное армирование . Максимум 1.77 в элементе 1045.*

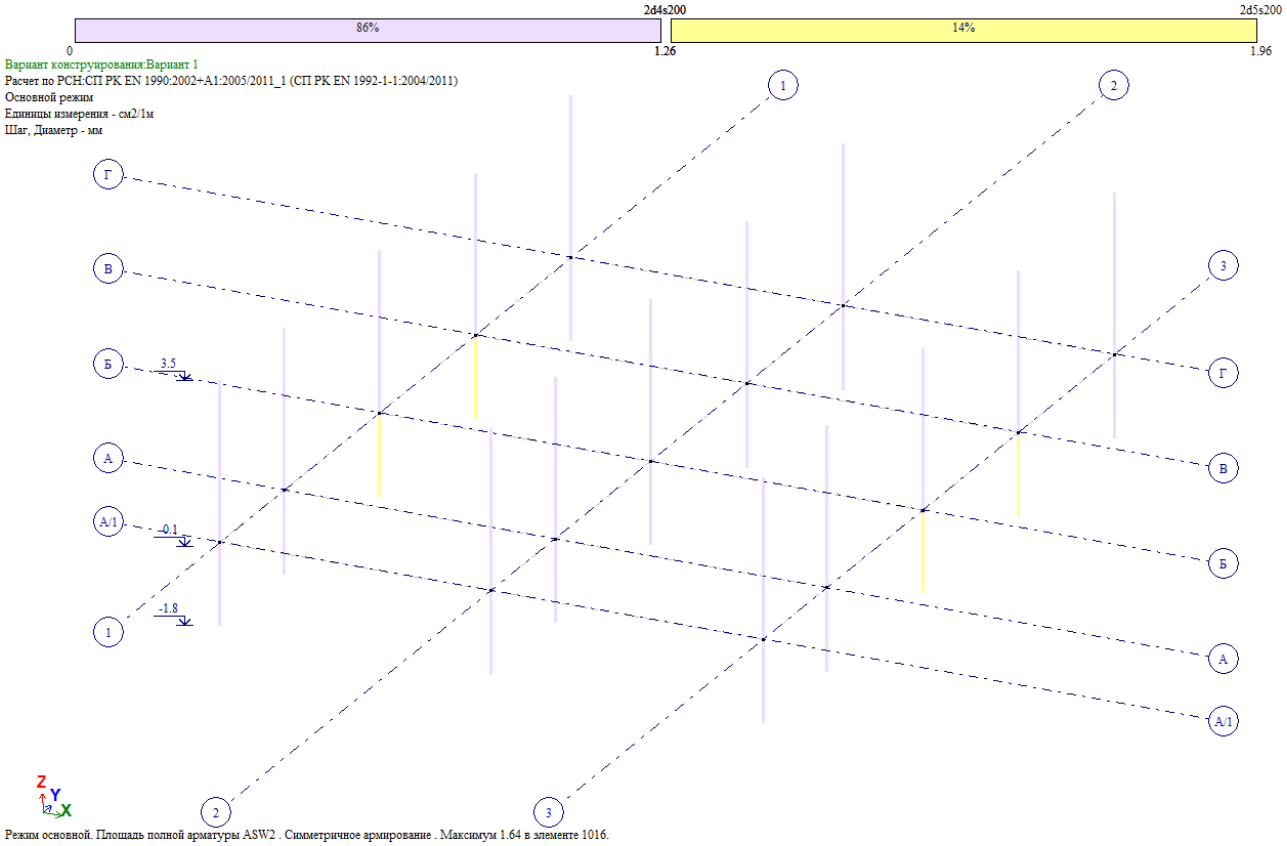


*Рис. 3.8 Режим основной. Площадь полной арматуры ASW2 . Симметричное армирование . Максимум 1.77 в элементе 1045.*

## 3.3 Армирование ригеля сечение 350х500 мм

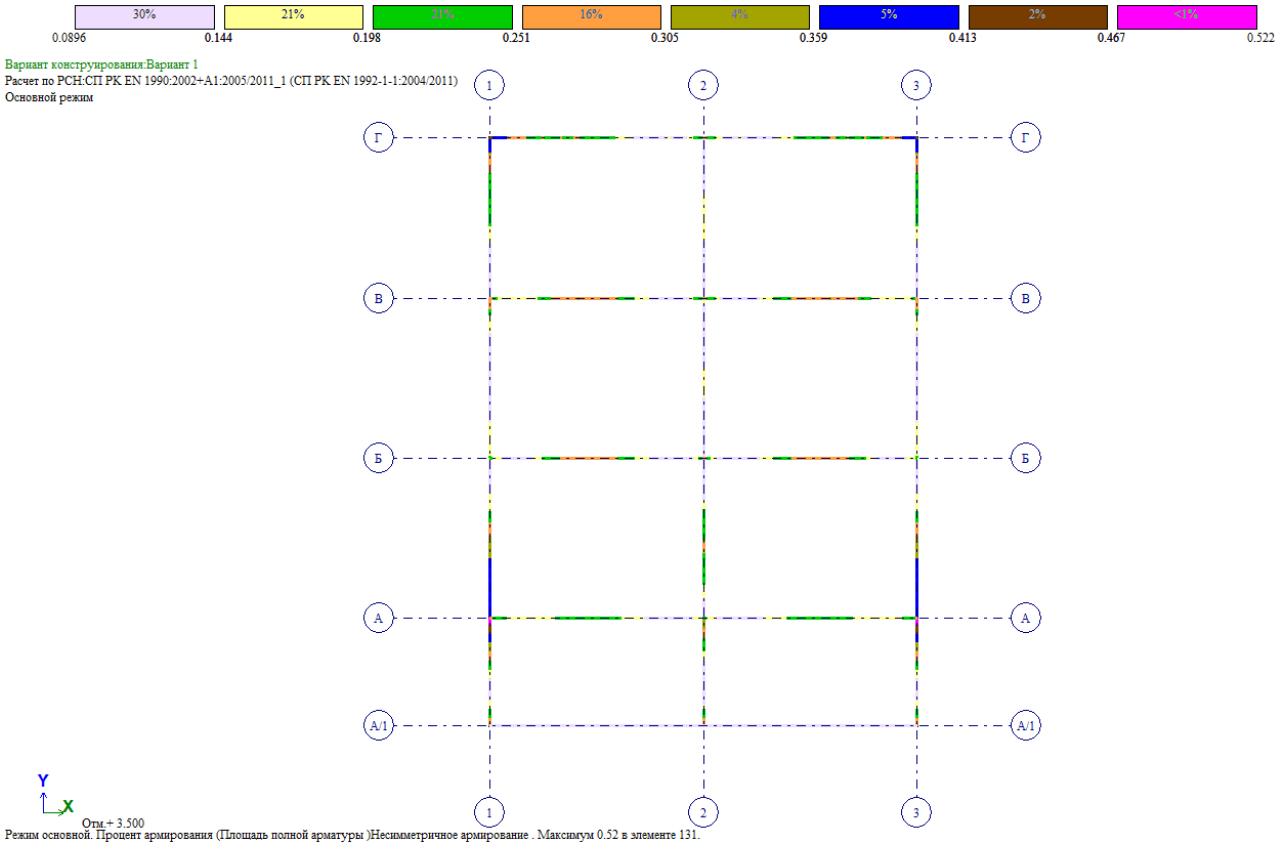


*Рис. 3.9 Режим основной. Процент армирования (Площадь полной арматуры )Несимметричное армирование . Максимум 0.39 в элементе 211.*

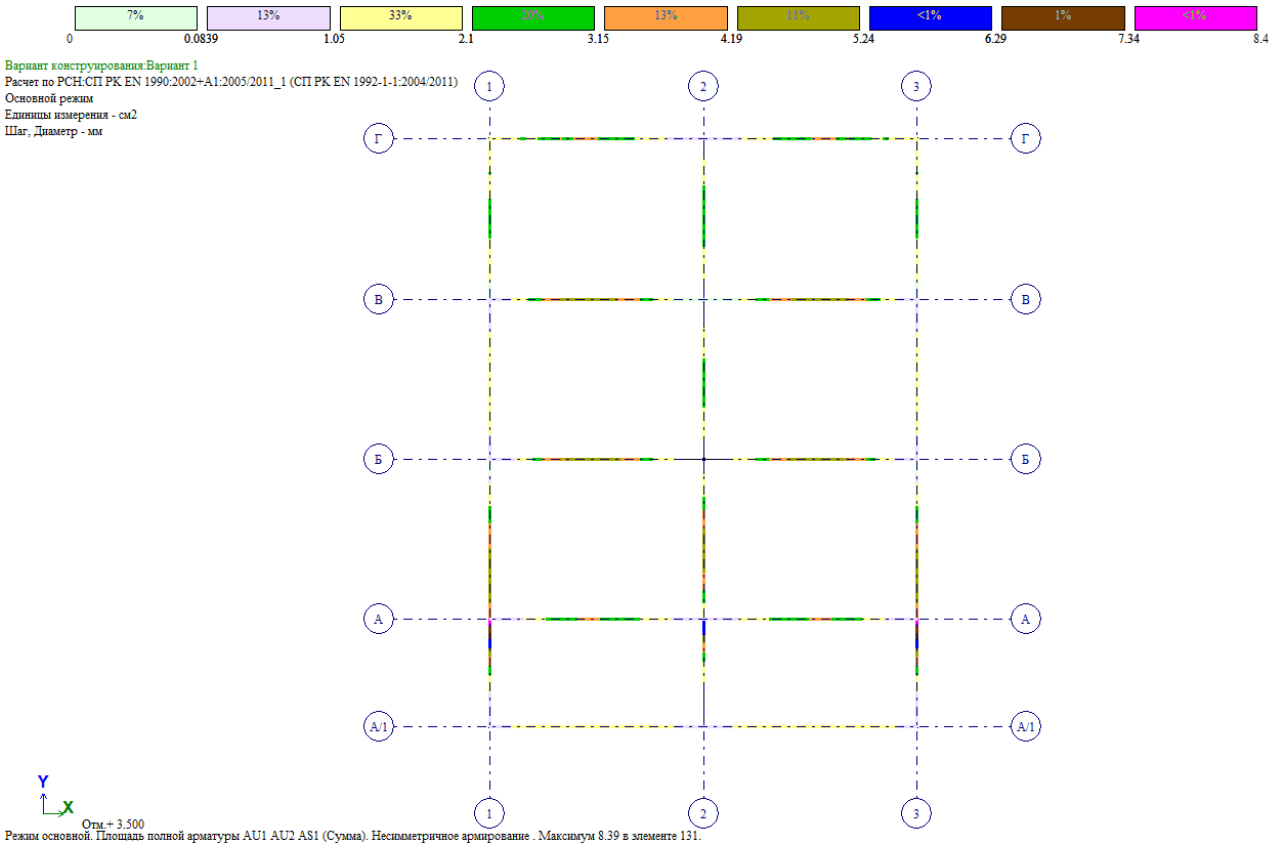


*Рис. 3.10 Режим основной. Площадь полной арматуры AU1 AU2 AS1 (Сумма). Несимметричное армирование . Максимум 4.85 в элементе 53.*

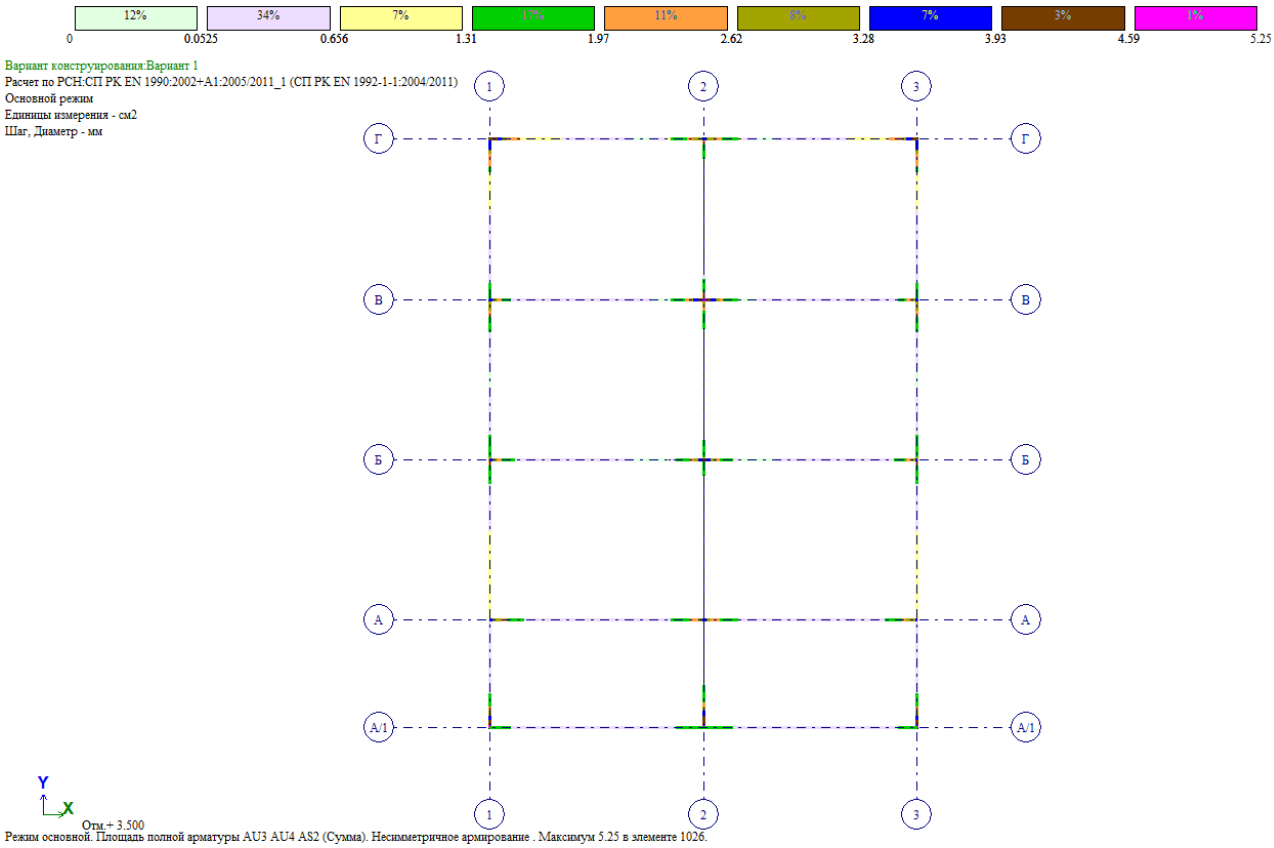


*Рис. 3.11 Режим основной. Площадь полной арматуры AU3 AU4 AS2 (Сумма). Несимметричное армирование . Максимум 4.92 в элементе 84.*

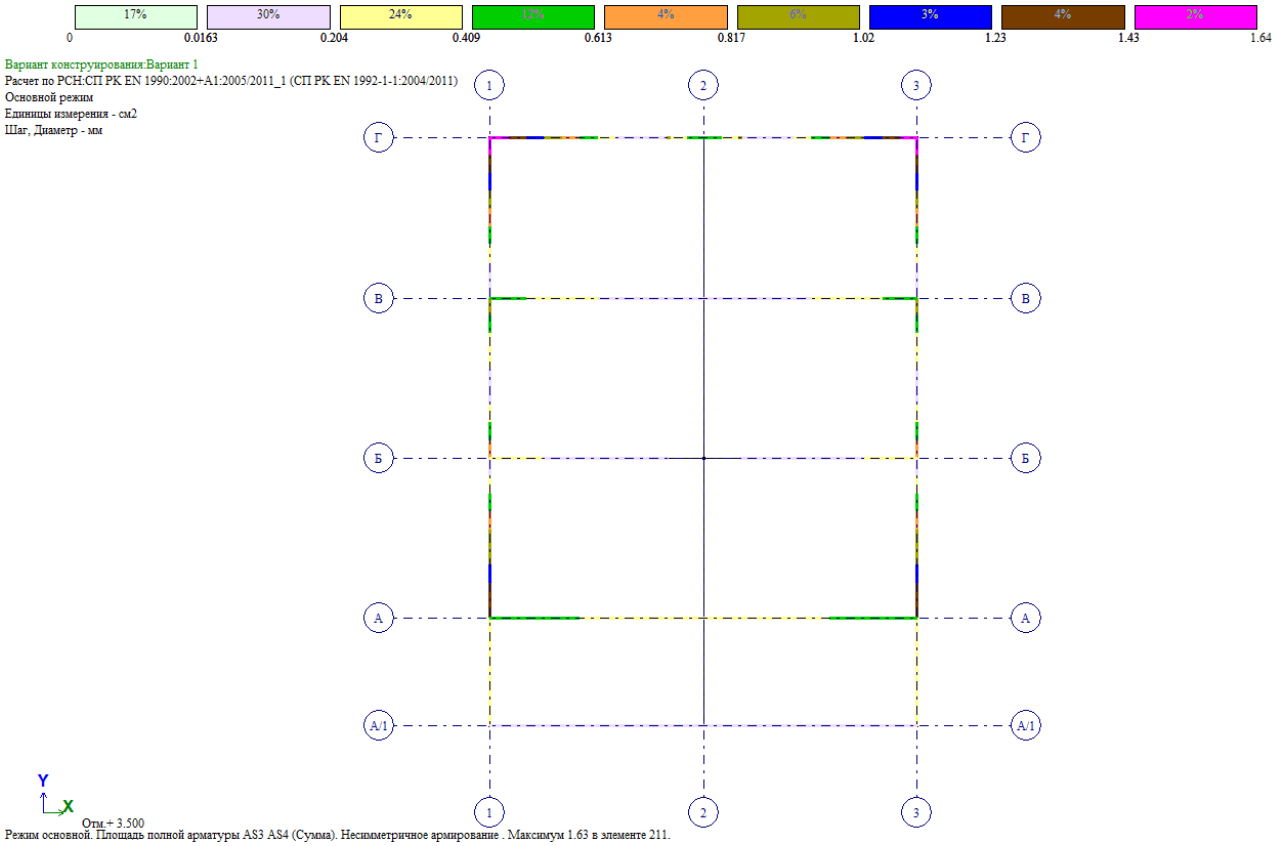


*Рис. 3.12 Режим основной. Площадь полной арматуры AS3 AS4 (Сумма). Несимметричное армирование . Максимум 1.62 в элементе 211.*

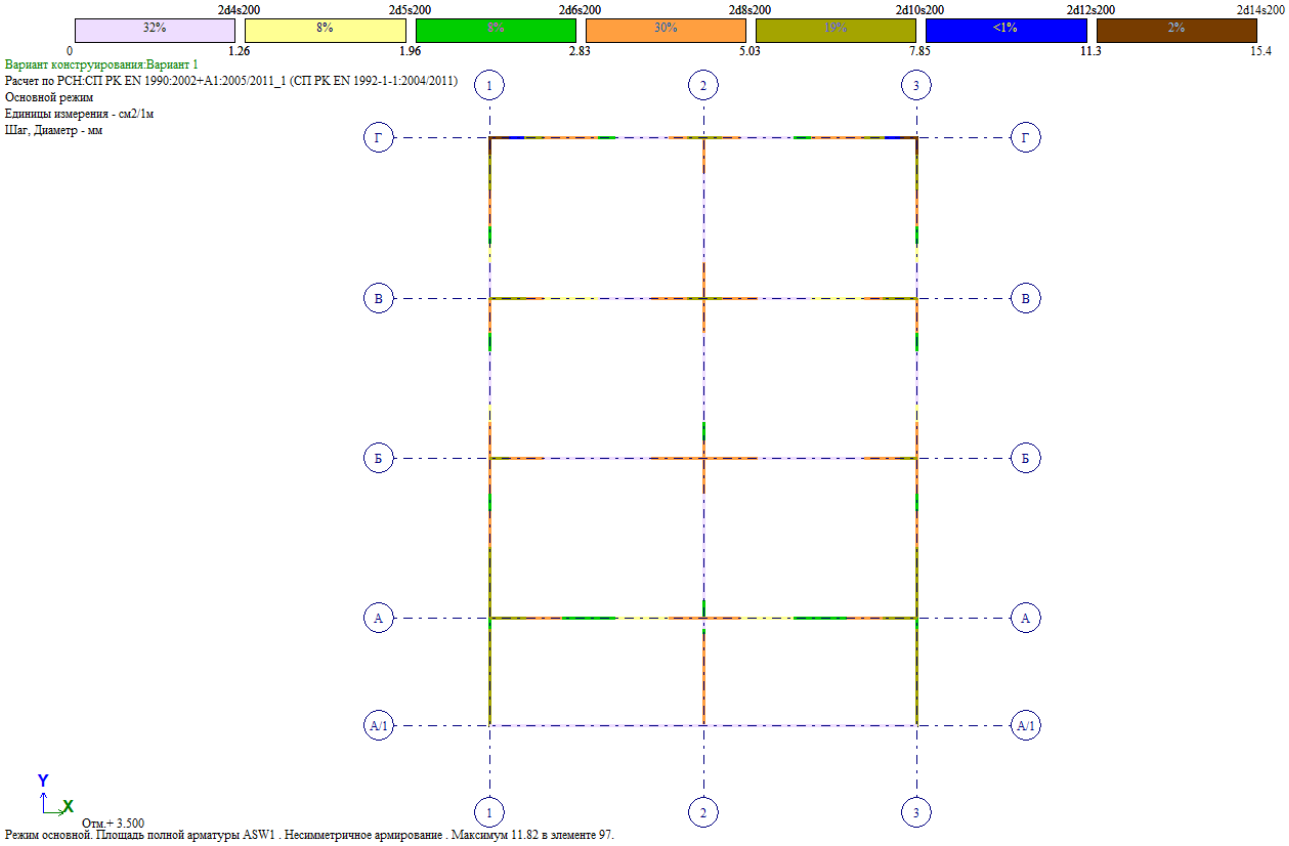


*Рис. 3.13 Режим основной. Площадь полной арматуры ASW1 . Несимметричное армирование . Максимум 11.27 в элементе 97.*

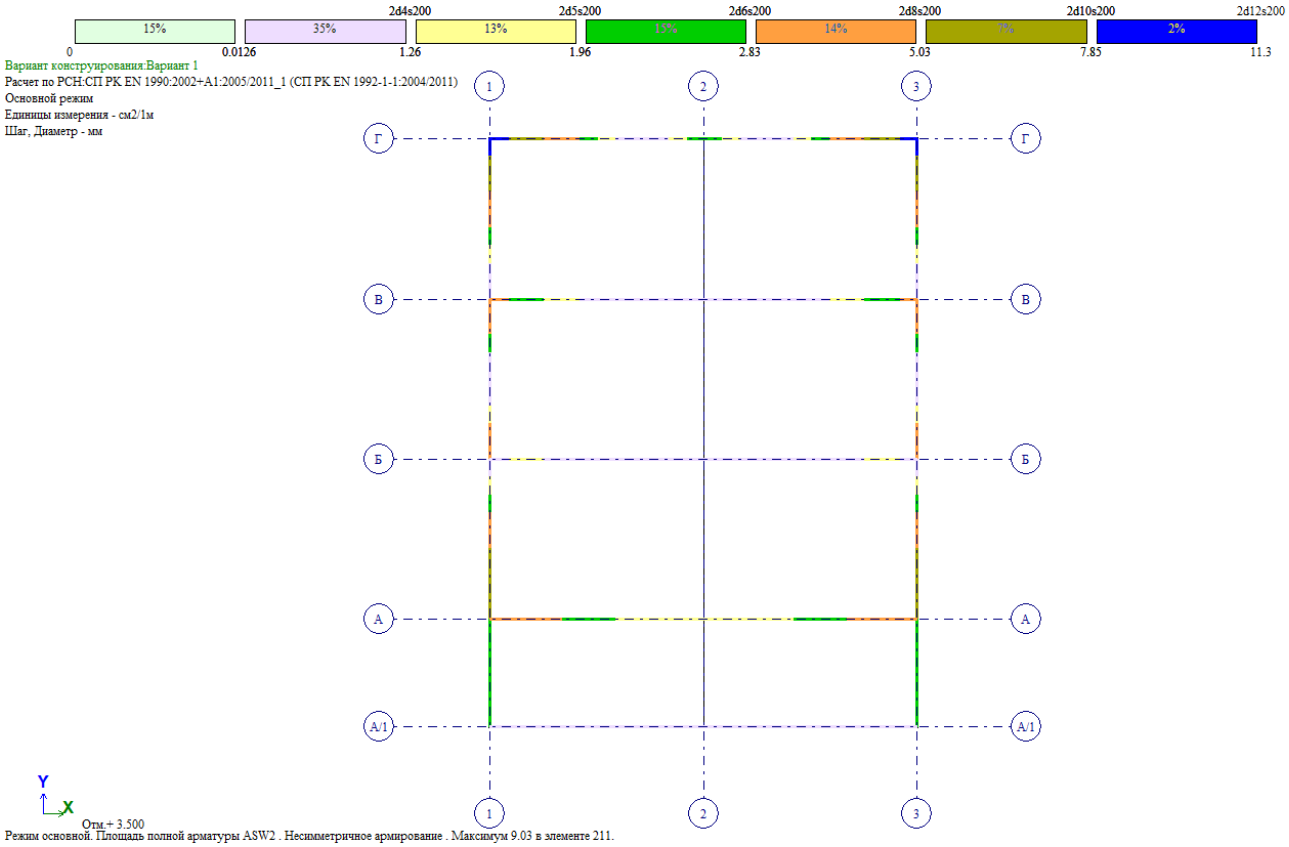


*Рис. 3.14 Режим основной. Площадь полной арматуры ASW2 . Несимметричное армирование . Максимум 8.92 в элементе 211.*

## 3.4 Армирование балки-стенки на отм. -0.100.

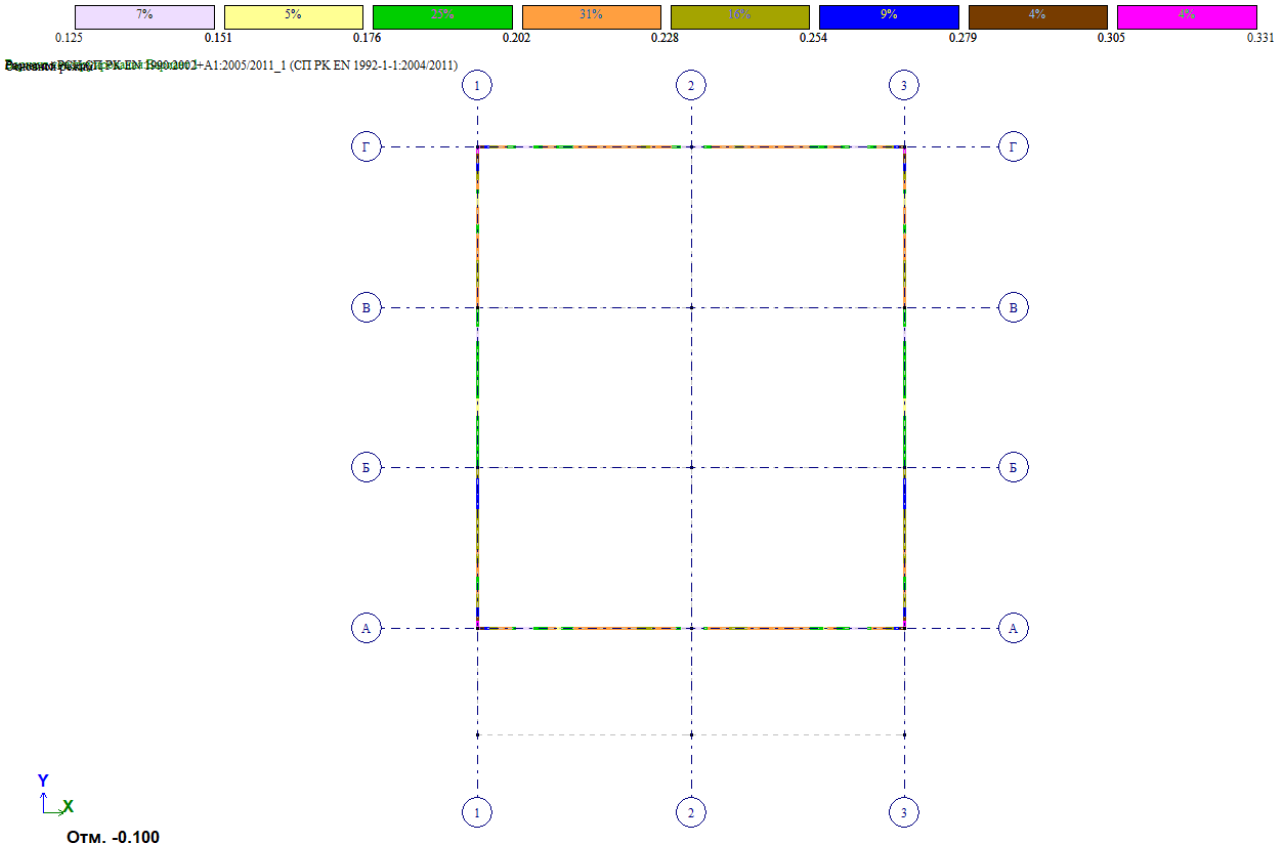


*Рис. 3.15 Режим основной. Процент армирования (Площадь полной арматуры )Несимметричное армирование . Максимум 0.33 в элементе 948.*

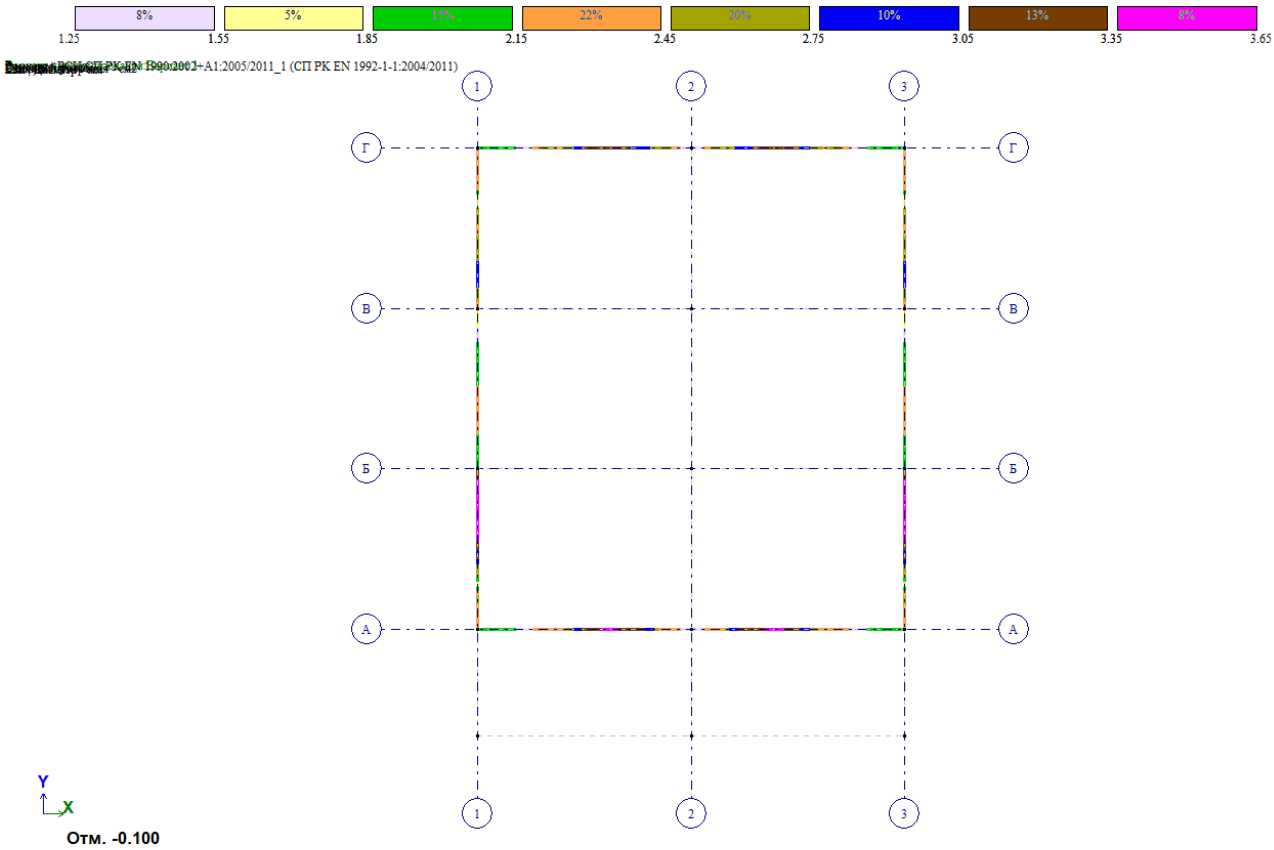


*Рис. 3.16 Режим основной. Площадь полной арматуры AU1 AU2 AS1 (Сумма). Несимметричное армирование . Максимум 3.65 в элементе 960.*

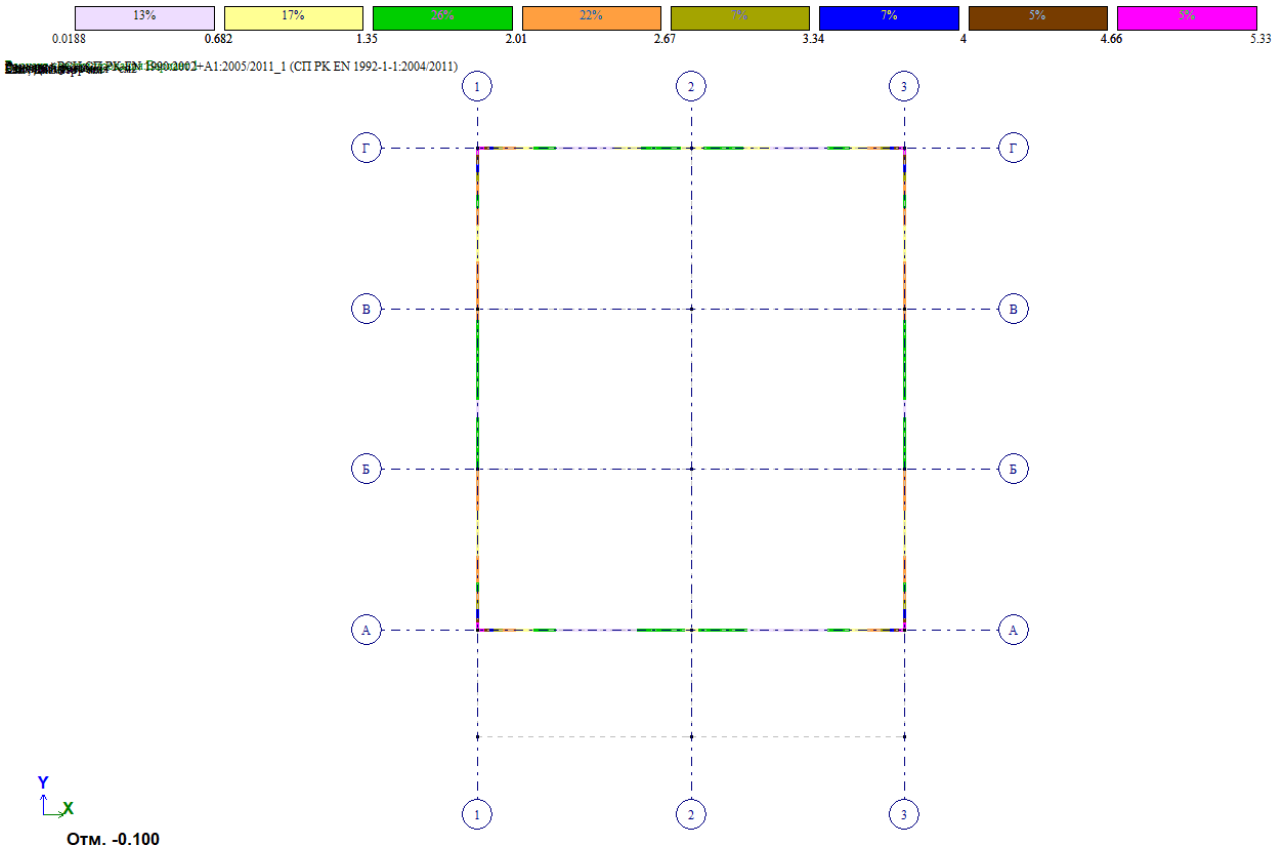


*Рис. 3.17 Режим основной. Площадь полной арматуры AU3 AU4 AS2 (Сумма). Несимметричное армирование . Максимум 5.33 в элементе 948.*

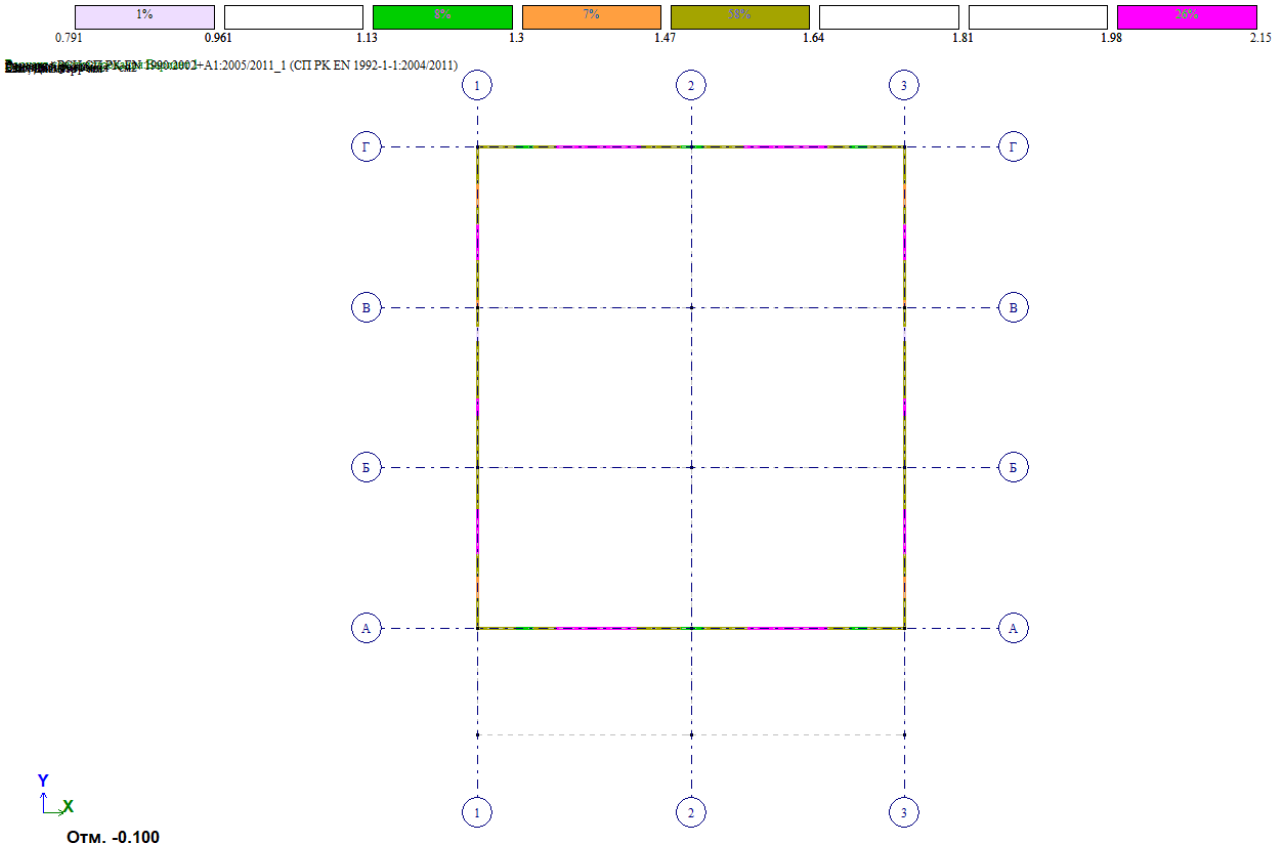


*Рис. 3.18 Режим основной. Площадь полной арматуры AS3 AS4 (Сумма). Несимметричное армирование . Максимум 2.15 в элементе 928.*

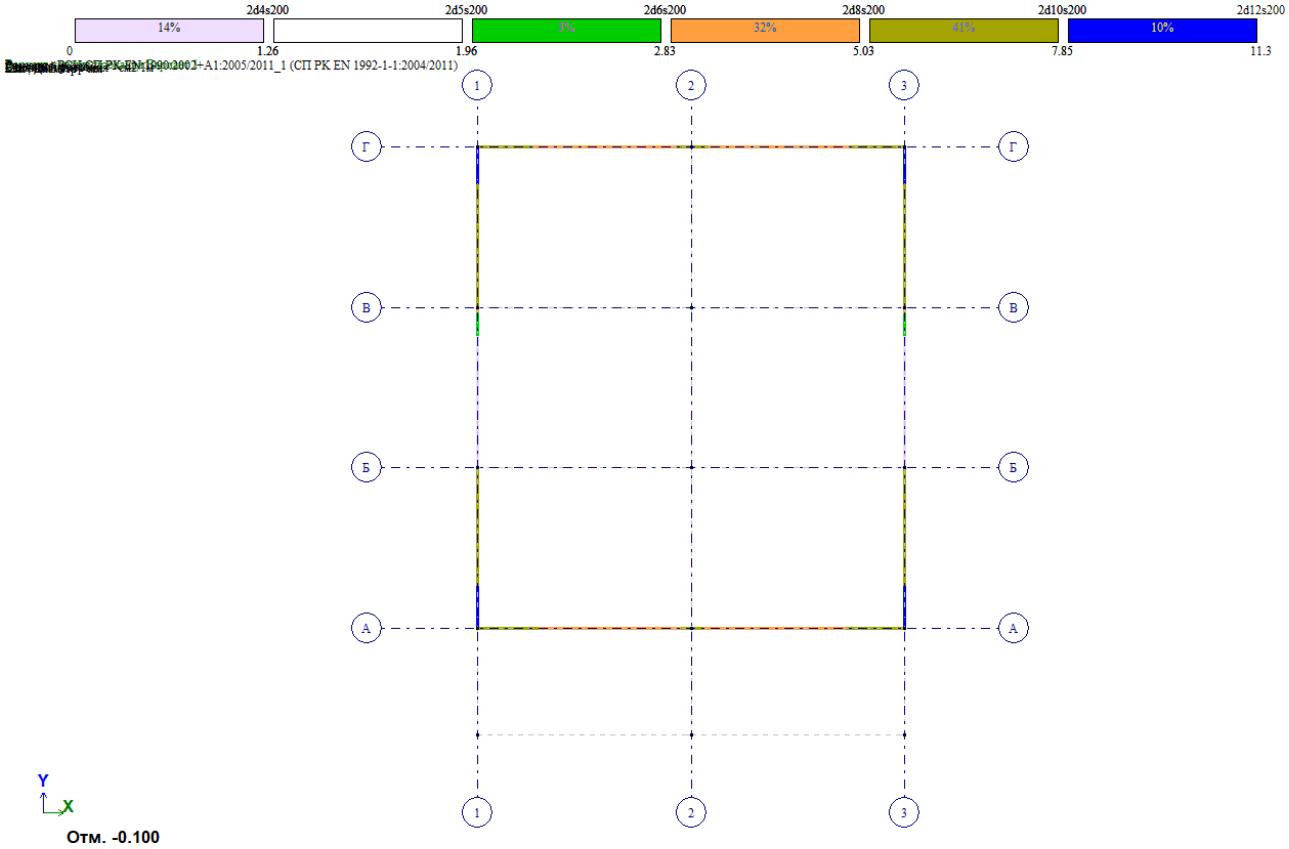


*Рис. 3.19 Режим основной. Площадь полной арматуры ASW1 . Несимметричное армирование . Максимум 9.59 в элементе 948.*

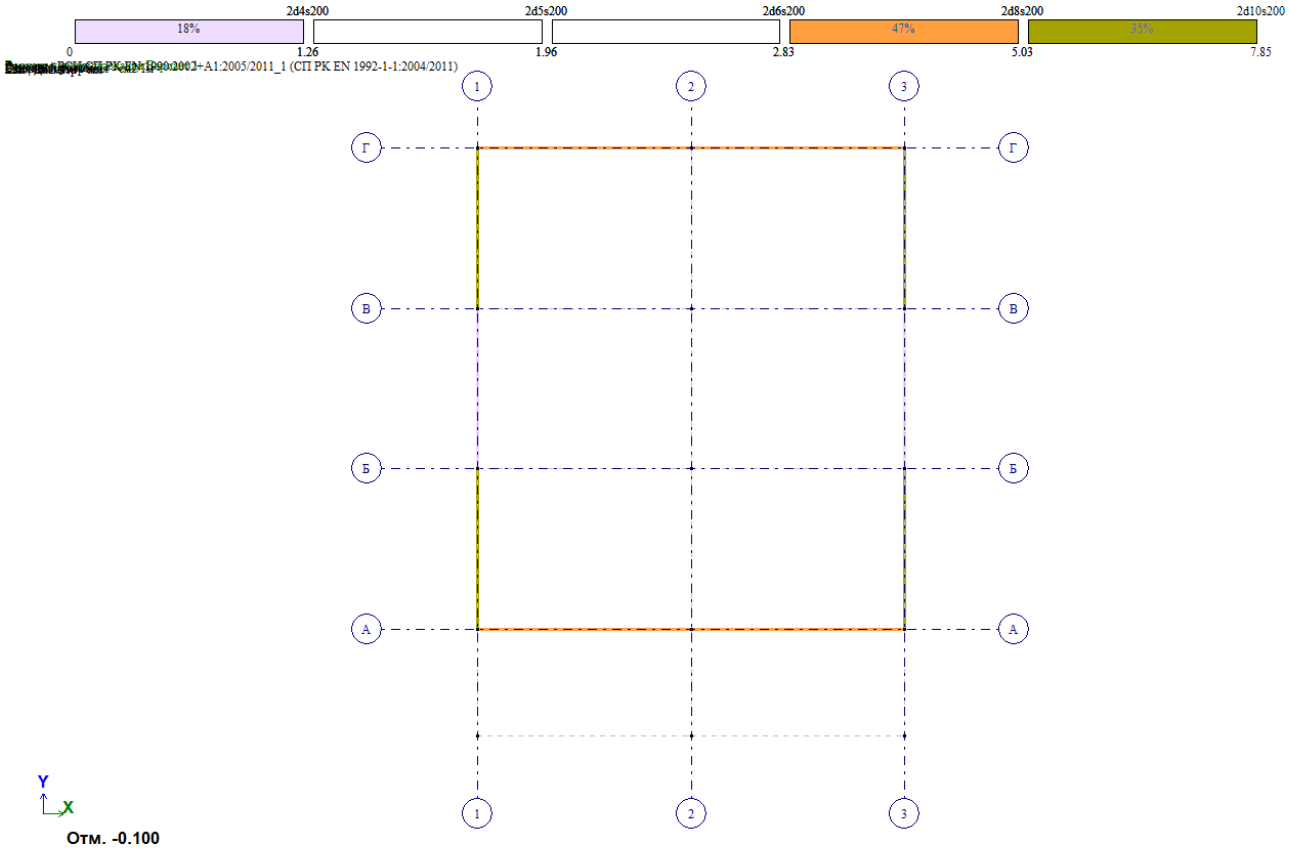


*Рис. 3.20 Режим основной. Площадь полной арматуры ASW2 . Несимметричное армирование . Максимум 6.30 в элементе 948.*

## 3.5 Армирование фундамента

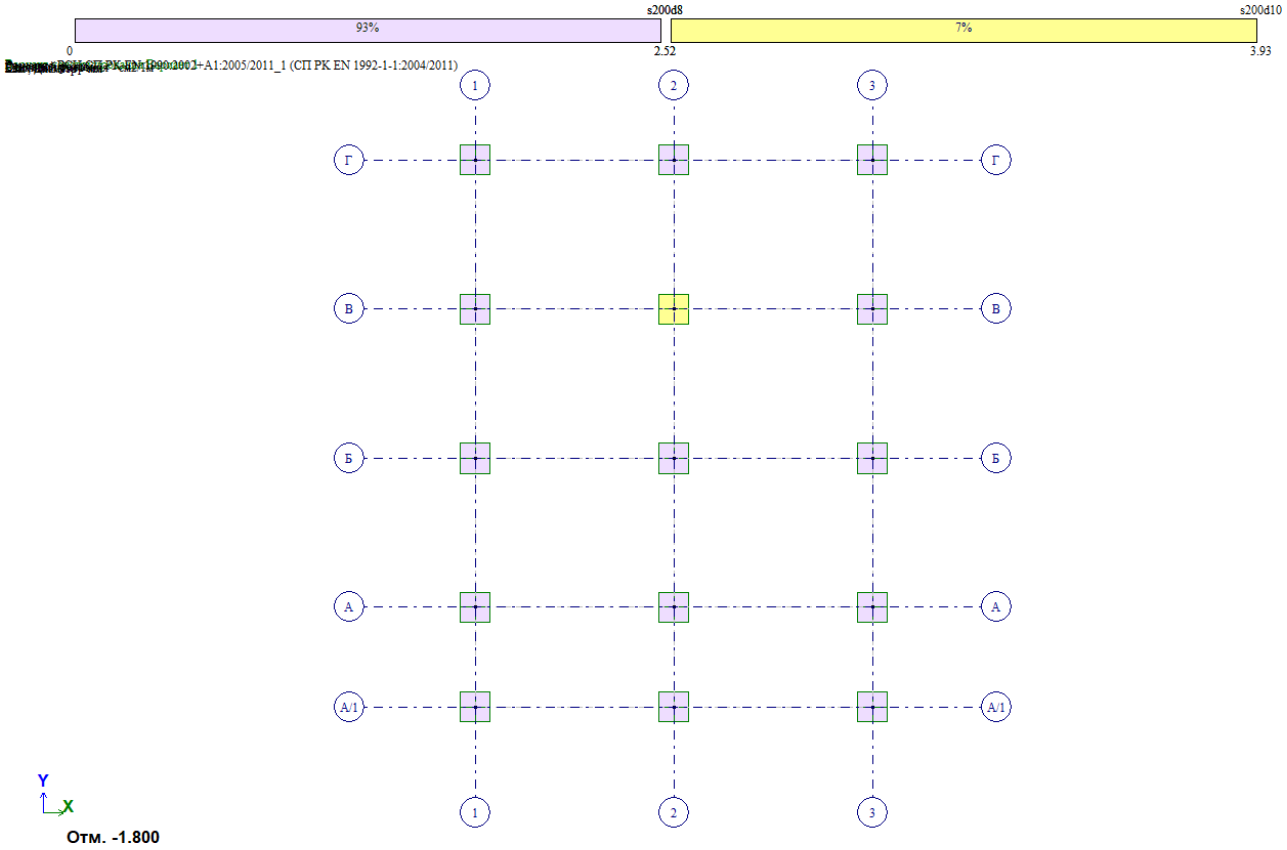


*Рис. 3.21 Режим основной. Площадь полной арматуры на 1пм по оси X у нижней грани (балки-стенки – посередине)*

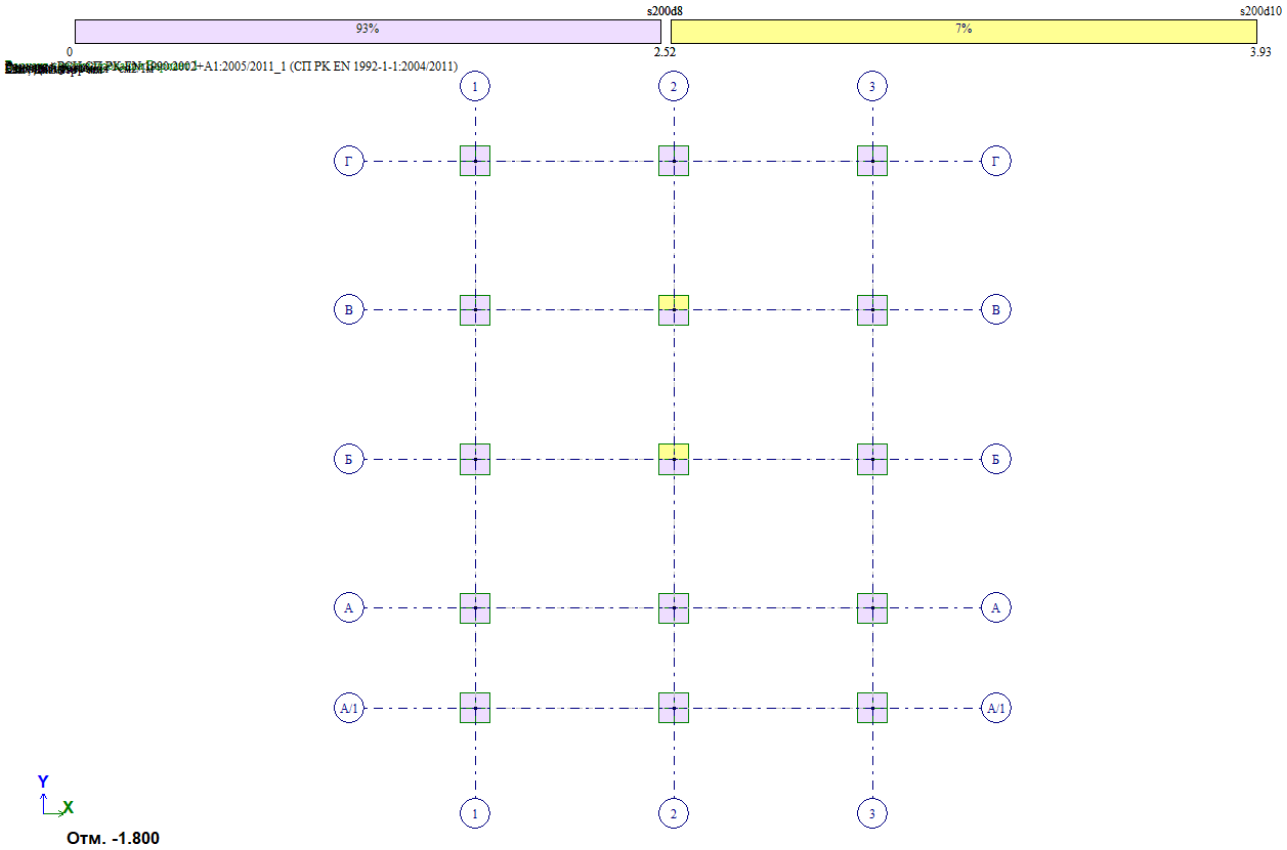


*Рис. 3.22 Режим основной. Площадь полной арматуры на 1пм по оси Y у нижней грани (балки-стенки – посередине)*

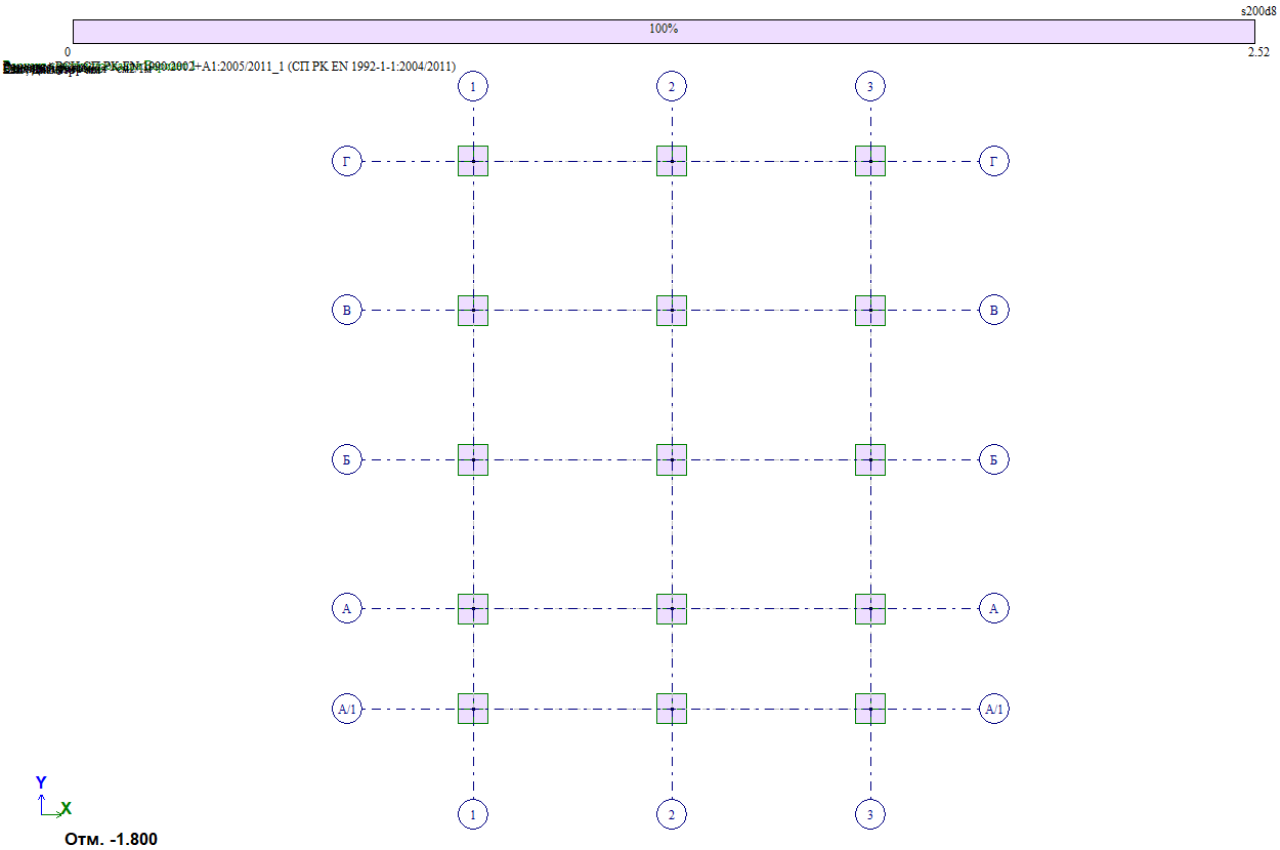


*Рис. 3.23 Режим основной. Площадь полной арматуры на 1пм по оси X у верхней грани*

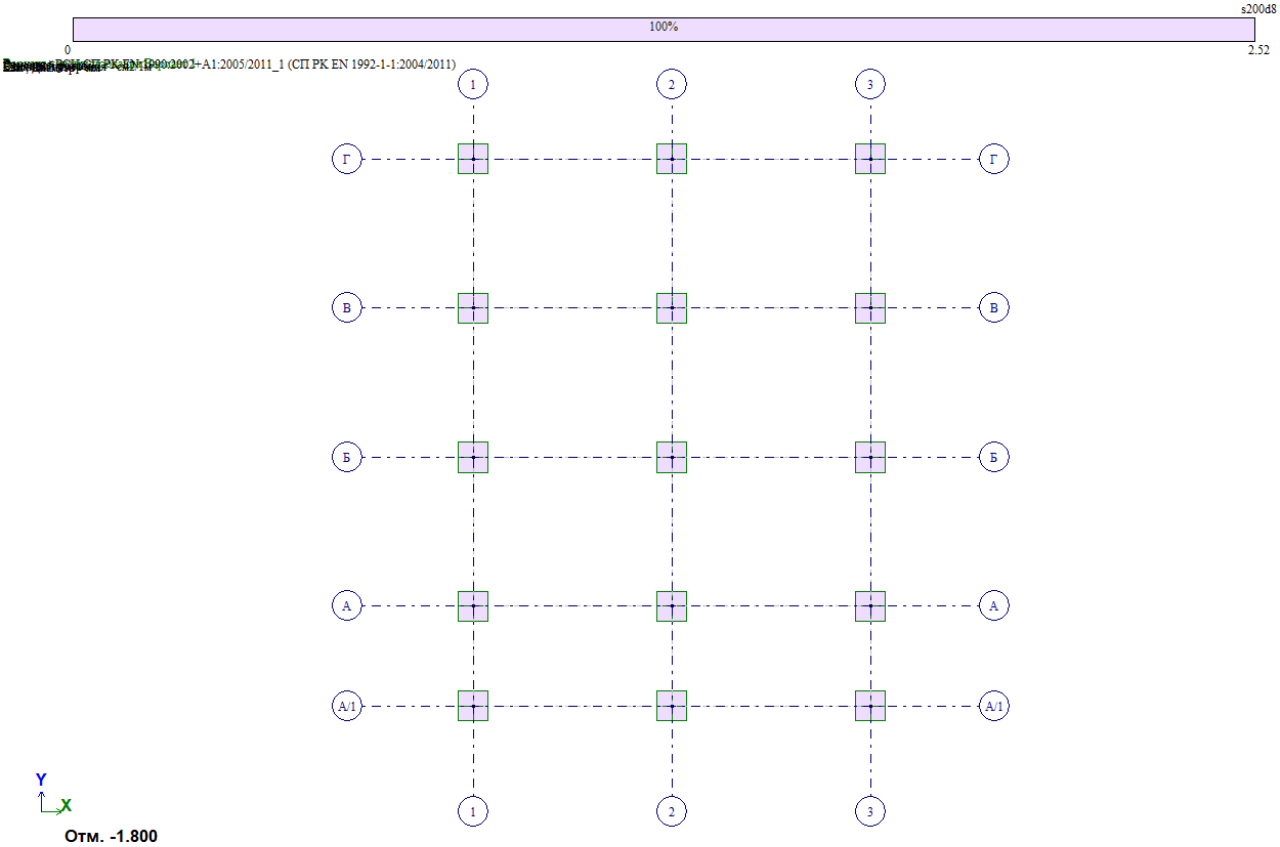


*Рис. 3.24 Режим основной. Площадь полной арматуры на 1пм по оси Y у верхней грани*

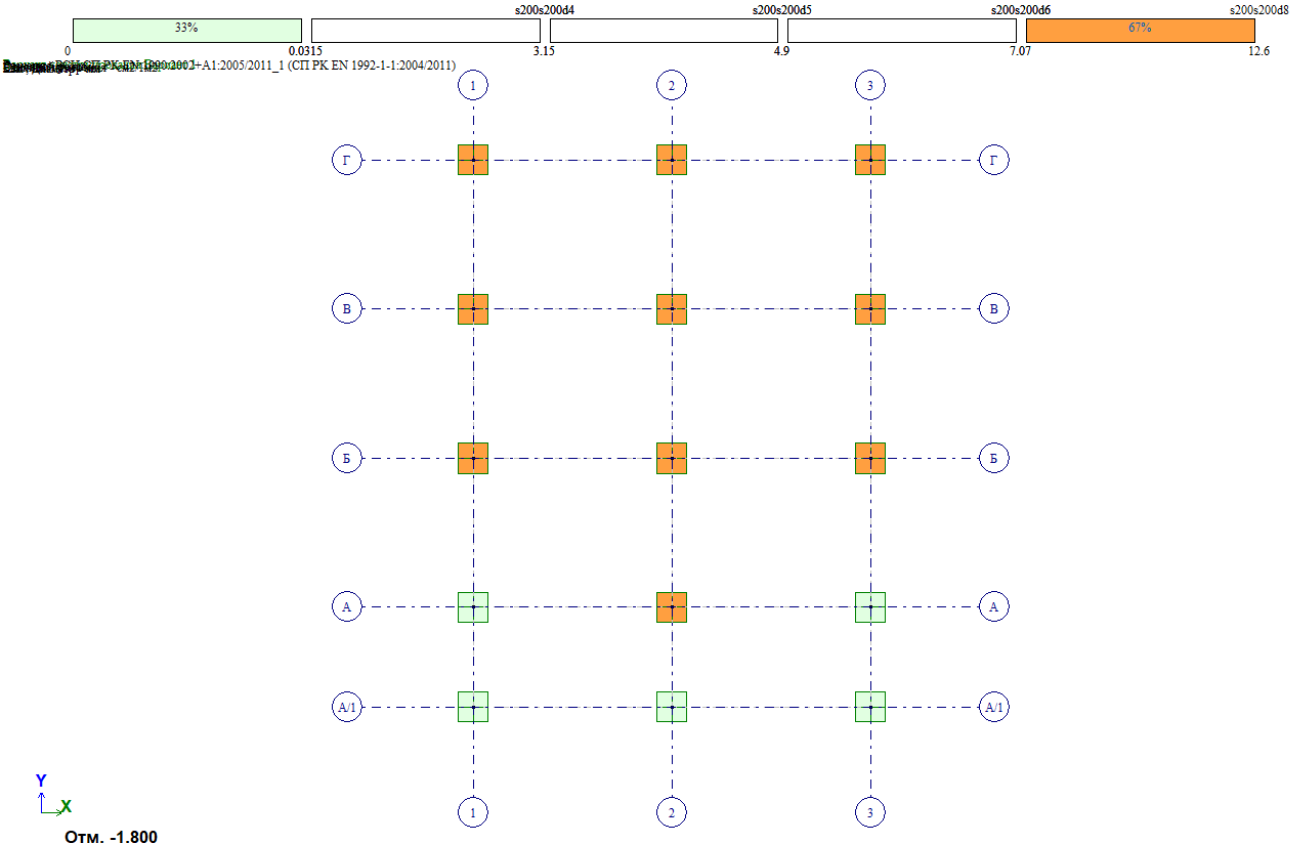


*Рис. 3.25 Режим основной. Площадь поперечной арматуры на 1м2*

,

,,

,