

ЛОГОТИП

проектный институт

адрес _____

ИНН ____ / КПП ____

Р/с _____ в _____ (банк) _____ г. _____

К/с _____ БИК _____

[почта](#) | [сайт](#) | +7 (код) телефон

ОТЧЕТ

Расчет несущих конструкций многоэтажного жилого дома

_____ в г. _____

(_____
_____)

Главный инженер

Ведущий инженер

город, год

Содержание

1 Общие положения	3
2 Характеристики участка строительства	4
3 Описание конструктивной схемы здания	5
4 Описание расчетной модели здания	5
4.1 Жесткости	11
4.2 Определение коэффициента податливости горизонтальных стыков и жесткости КЭ стыка	14
4.3 Расчет жесткости сварных связей по закладным в вертикальном стыке	14
5 Нагрузки и воздействия на здание	15
5.1 Нагрузки от собственного веса	20
5.2 Нагрузки от веса стен	22
5.3 Нагрузки от веса полов	24
5.4 Нагрузки от снега	25
5.5 Нагрузки от грунта	29
5.6 Нагрузки от ветра	30
5.7 Полезные нагрузки	33
6 Модель основания и расчет коэффициентов постели	35
7 Параметры прочностного расчета железобетонных конструкций	43
8 Результаты статического и динамического расчета	52
8.1 Фундаментная плита	52
8.2 Платформенные и контактные стыки	56
8.3 Результаты от ветра	58
9 Определение несущей способности и проверка прочности горизонтальных стыков при сжатии	63
10 Определение несущей способности и проверка прочности горизонтальных стыков на сдвиг	68
11 Проверка прочности стеновых панелей по средним сечениям при внецентренном сжатии из плоскости стены	71
12 Проверка несущей способности соединений по закладным в вертикальных стыках	73
13 Подбранное армирование для ЖБК	74
13.1 Армирование плит на отм. -0.300	74
13.2 Армирование плит на отм. +2.920	79
13.3 Армирование плит на отм. +8.920	84
13.4 Армирование плит на отм. +11.920	89
13.5 Армирование стены по оси 3	94
13.6 Армирование стены по оси 8	99
14 Выводы	104

1 Общие положения

Цель данной работы – выполнить пространственный расчет здания при действии регламентированных СП 20.1330.2016 сочетаний вертикальных нагрузок (эксплуатационных: собственный вес несущих и ограждающих конструкций, отделочных материалов, а так же полезные нагрузки) и горизонтальных нагрузок (ветровых с учетом пульсации) с учетом совместной работы каркаса здания, встроенного первого монолитного этажа, плитного ростверка и свайного основания, а так же с учетом податливости соединений сборных элементов, с целью определения:

- нагрузок, действующих на фундамент, а так же усилий, возникающих в элементах каркаса (в том числе в элементах соединений: платформенных и контактных стыках, связях по закладным деталям);
- совместных деформаций здания и основания (осадки, крен), ускорения колебаний здания;
- определения требуемого армирования монолитного железобетонного плитного фундамента, *сборных железобетонных плит перекрытий, *сборных стеновых несущих панелей (в том числе перемычек в составе панелей);
- проверка несущей способности платформенных и контактных стыков;
- проверка несущей способности стеновых несущих панелей, как бетонных простенков;
- проверка прочности соединений.

Примечания: * армирование и напряженно-деформированное состояние сборных конструкций рассматривается только от эксплуатационных нагрузок (без учета монтажных и транспортных нагрузок).

Расчет несущих конструкций выполнен на основании следующих нормативных документов и исходных данных:

- СП 20.1330.2016 "Нагрузки и воздействия";
- СП 63.1330.2012 "Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения";
- СП 22.1330.2011 "Основания зданий и сооружений";
- СП 335.1325800.2017 "Крупнопанельные конструктивные системы. Правила проектирования";
- СП 131.1330.2012 "Строительная климатология";
- ГОСТ 27751-2014 "Надежность строительных конструкций и оснований";
- Отчет по инженерно-геологическим изысканиям к объекту: «_____»;
- чертежи разделов АР и КЖ.

Расчет несущих конструкций зданий выполнен программным комплексом "ЛИРА-САПР 2019" имеющим сертификат соответствия нормативным документам РФ (см. https://rflira.ru/files/lira-sapr/Cert_LIRASAPR_2019.pdf). Данный комплекс имеет большую библиотеку конечных элементов, позволяет выполнить расчет несущей системы здания/сооружения на статические и динамические нагрузки различного характера, а также конструктивный расчет железобетонных и стальных конструкций (в том числе с учетом податливости соединений сборных элементов).

Расчетная схема получена с использованием препроцессора САПФИР. Данная программа предназначена для архитектурного проектирования, формообразования и расчётов. Работа над проектом происходит путём создания и редактирования трёхмерной модели проектируемого объекта. САПФИР позволяет выделить из модели здания аналитическую/расчетную модель, задать параметры стыков конструктивных элементов, приложить нагрузки в соответствии с реальными габаритами и характеристиками используемых в проекте материалов.

Содержание работы:

- 1 Расчет жесткостей соединений в соответствии с проектными решениями.
- 2 Создание пространственной модели здания с учетом принятых при проектировании технических решений несущих конструкций, включая жесткости их соединений, задание эксплуатационных и ветровых нагрузок и параметров их сочетаний. Назначение «Уровней» для формирования горизонтальных сечений по несущим стенам и сбора нагрузок на простенки.
- 3 Создание модели основания в соответствии с данными инженерно-геологических изысканий для определения жесткости естественного основания (коэффициентов постели);
- 4 Получение конечно-элементной расчетной схемы и расчет здания.
- 5 Получение усилий в несущих элементах здания и в элементах их соединений.
- 6 Армирование отдельных железобетонных конструктивных элементов:
 - монолитных железобетонных конструкций плитного фундамента;
 - сборных плит перекрытий;
 - сборных панелей несущих стен (для определения необходимого армирования в местах концентрации усилий, простенков, перемычек).
- 7 Проверка несущей способности бетонных простенков с учетом продольного изгиба из плоскости стены (стеновых несущих панелей в средней трети высоты этажа) в Excel на нагрузки, полученные по результатам пространственного расчета здания.
- 8 Проверка несущей способности платформенных и контактных стыков в Excel на нагрузки, полученные по результатам пространственного расчета здания.

2 Характеристики участка строительства

Площадка строительства объекта расположена в г. _____.

В соответствии с СП 20.13330.2016 "Нагрузки и воздействия" площадка строительства относится к ___ району (карта 1) по весу снегового покрова, ___ району (карта 2) по давлению ветра.

В соответствии с СП 131.13330.2012 "Строительная климатология" согласно карты климатического районирования для строительства, площадка исследования относится к району ___ (рис.А1), относительная влажность воздуха окружающей среды наиболее теплого месяца ___% (табл. 4.1.)

В соответствии с СП 14.13330.2014 "Строительство в сейсмических районах" прил. А* (обязательное) сейсмическая интенсивность в баллах шкалы MSK-64 для средних грунтовых условий и трех степеней сейсмической опасности (А, В, С,) в течение 50 лет в соответствии со списком населённых пунктов РФ Саратовской области: В - ___ баллов, С - ___ баллов. Категория грунтов по сейсмическим свойствам ___.

В соответствии с ГОСТ 27751-2014 "Надежность строительных конструкций и оснований" здание относится к нормальному уровню ответственности $\gamma_n=1$.

Инженерно-геологические условия приведены в разделе "Модель основания и расчет коэффициентов постели".

3 Описание конструктивной схемы здания

Фундаментная плита запроектирована в монолитном исполнении. Техподполье и типовые этажи запроектированы сборными, с использованием технологии крупнопанельного домостроения.

Пространственная жесткость сборной части здания обеспечивается совместной работой системы столбов (несущих сборных стен), образующих перекрестную систему, объединенных горизонтальными диафрагмами (дисками сборных перекрытий). Объединение в общую пространственную систему производится: в вертикальных стыках между стенами стальными сварными связями на закладных деталях, в горизонтальных (платформенных) стыках работой на сдвиг растворных швов и дополнительных сварных связей. Плиты перекрытий устанавливаются на растворный шов по стенам толщиной ___ мм, а вышележащие стены на плиты перекрытий на растворный шов толщиной ___ мм, марки ____.

Монолитная фундаментная плита произведена из класса бетона по прочности на сжатие В___. Толщина фундаментной плиты – ___ мм.

Сборные панели производства _____ из класса бетона по прочности на сжатие В__ имеют толщины: стеновые панели – ___ мм, основные плиты перекрытий – ___ мм, плиты перекрытия около лифтовых шах и перехода на незадымляемую лестницу имеют толщину ___ мм и подрезку опорной части до ___ мм. Армирование панелей выполняется посредством стальных сварных сеток и отдельных арматурных элементов.

4 Описание расчетной модели здания

Несущей системой здания является перекрестная система несущих сборных столбов и сборного диска перекрытия с установкой дополнительных сварных связей по закладным деталям.

При создании расчётной модели здания были использованы геометрические характеристики конструкций, заложенные на стадии предварительного проектирования.

В качестве материала элементов каркаса принят бетон класса В__ с начальным модулем упругости $E_b = \text{___ МПа}$ и арматурная сталь класса А___. В соответствии с 6.2.6 СП 52-103-2007 "Железобетонные монолитные конструкции зданий" для предварительной оценки усилий в элементах конструктивной системы с учетом понижения жесткости в следствии образования трещин и длительных процессов в бетоне при расчете приняты пониженные модули деформаций. Для вертикальных элементов 0.6 E_o , для горизонтальных 0.3 E_o .

Плиты перекрытий, стены и фундамент моделировались пластинчатыми конечными элементами (КЭ) тип оболочка. Перемычки дверных и оконных проемов – КЭ стержней общего вида. Сварные связи по закладным – КЭ связей конечной жесткости (КЭ55). Контактные и платформенные стыки – специальными КЭ стыка с учетом физической нелинейности их работы (выключение при работе на растяжение, изменение жесткости при достижении определенного уровня напряжений – с описанием данной технологии расчета можно познакомиться в статьях [1-3]).

Для проверки армирования несущих сборных стен с учетом продольного изгиба для средней трети высоты этажа был задан отдельный вариант конструирования, где задан параметр расчетная высота и дополнительные эксцентриситеты вычисленные в разделе «Параметры прочностного расчета железобетонных конструкций».

Ограждающие конструкции (парапеты), конструкции пола, потолка и кровли (т.е. конструкции которые не оказывают влияния на работу несущих конструкций) моделировались эквивалентными нагрузками, приложенными в соответствующих местах расчётной модели.

Информация о физико-механических характеристиках грунтов принята согласно отчету об инженерно-геологических изысканиях.

Литература:

1. Водопьянов Р.Ю. Моделирование и расчет крупнопанельных зданий в ПК ЛИРА-САПР 2017 // Жилищное строительство. 2017. № 3. с. 42–48.
(https://rflira.ru/services/publications/articles/?section=mag_pub).
2. Губченко В.Е. Работа с инструментом «Стык» ПК ЛИРА-САПР // Жилищное строительство. 2018. № 3. с. 30–35.
(https://rflira.ru/services/publications/articles/?section=mag_pub).
3. База знаний ПК Лира-САПР/Панельные здания – <https://rflira.ru/kb/96/>.

Собственный вес

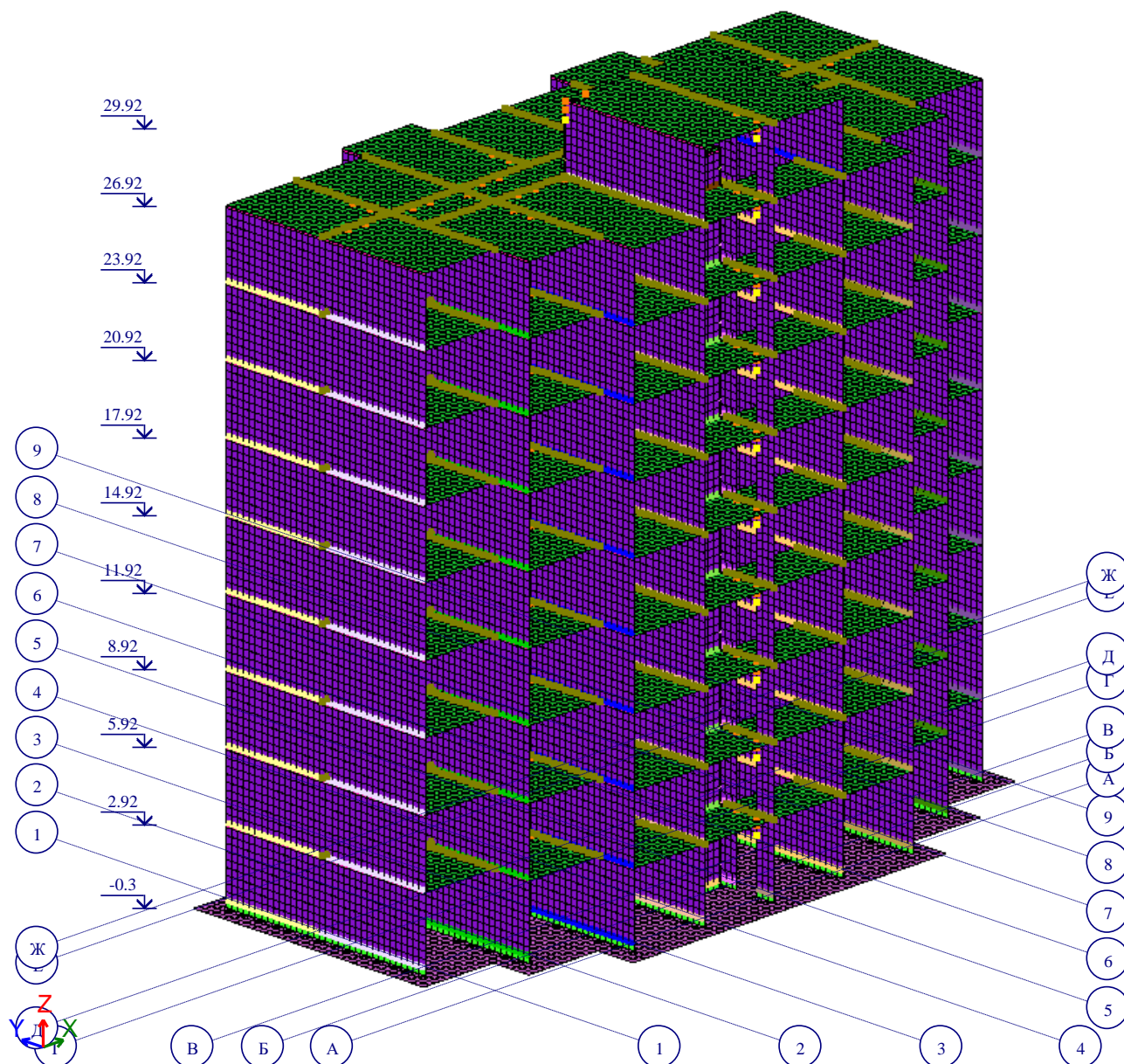


Рис. 4.1 Общий вид расчетной модели

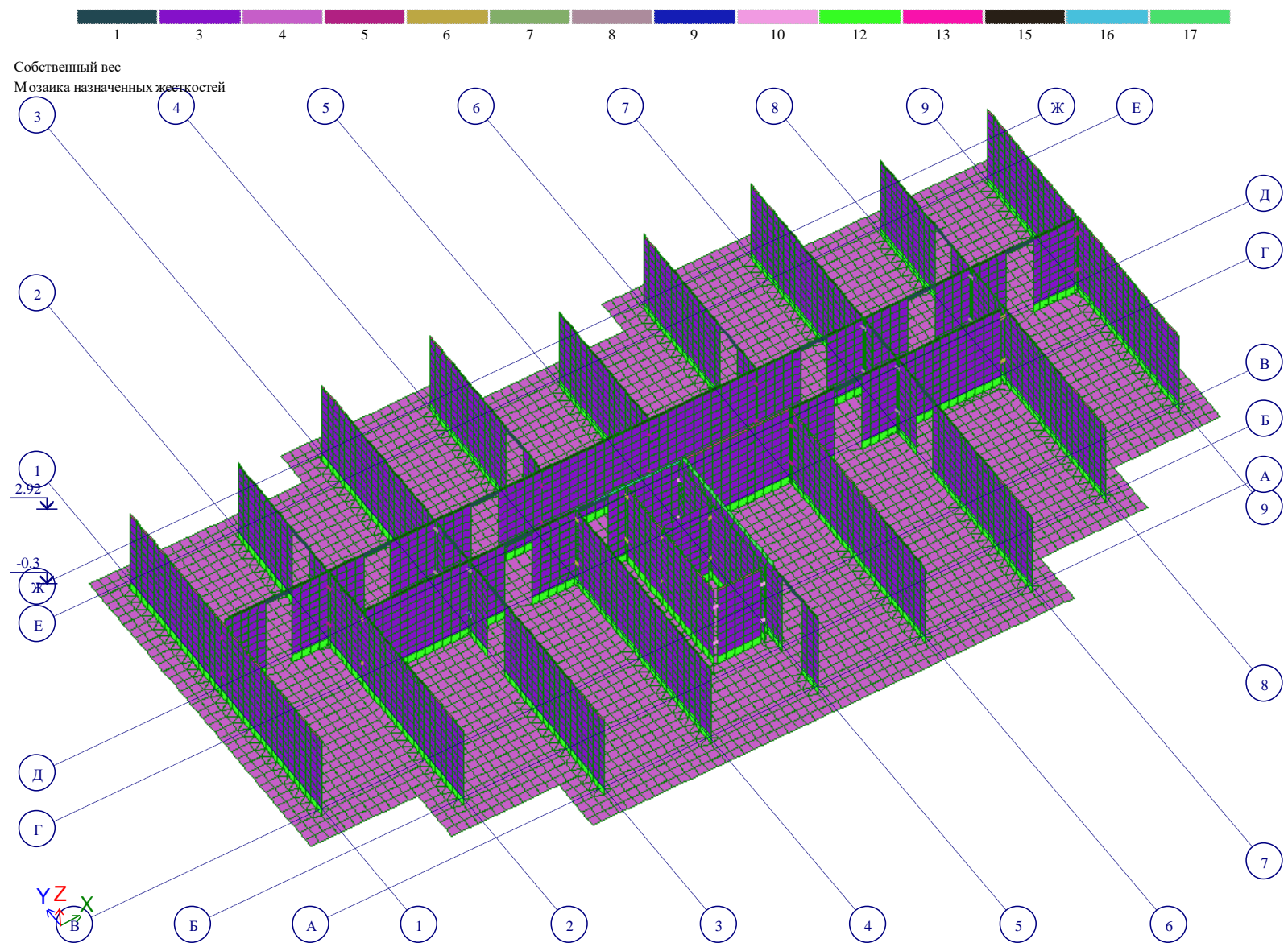


Рис. 4.3 Цокольный этаж - Мозаика назначенных жесткостей

Собственный вес
Мозаика толщин пластин
Единица измерения - см

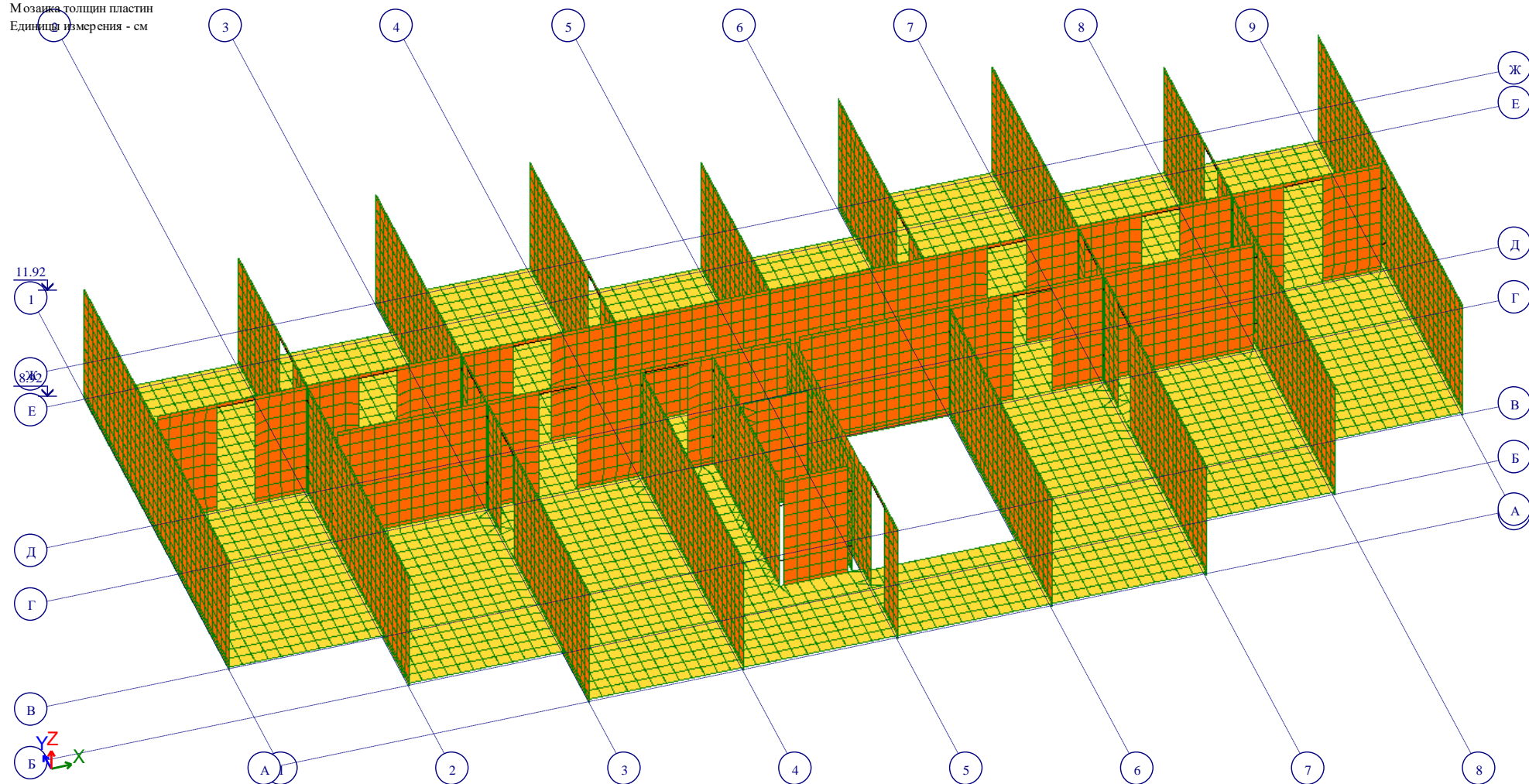


Рис. 4.4 Типовой этаж - мозаика толщин пластин

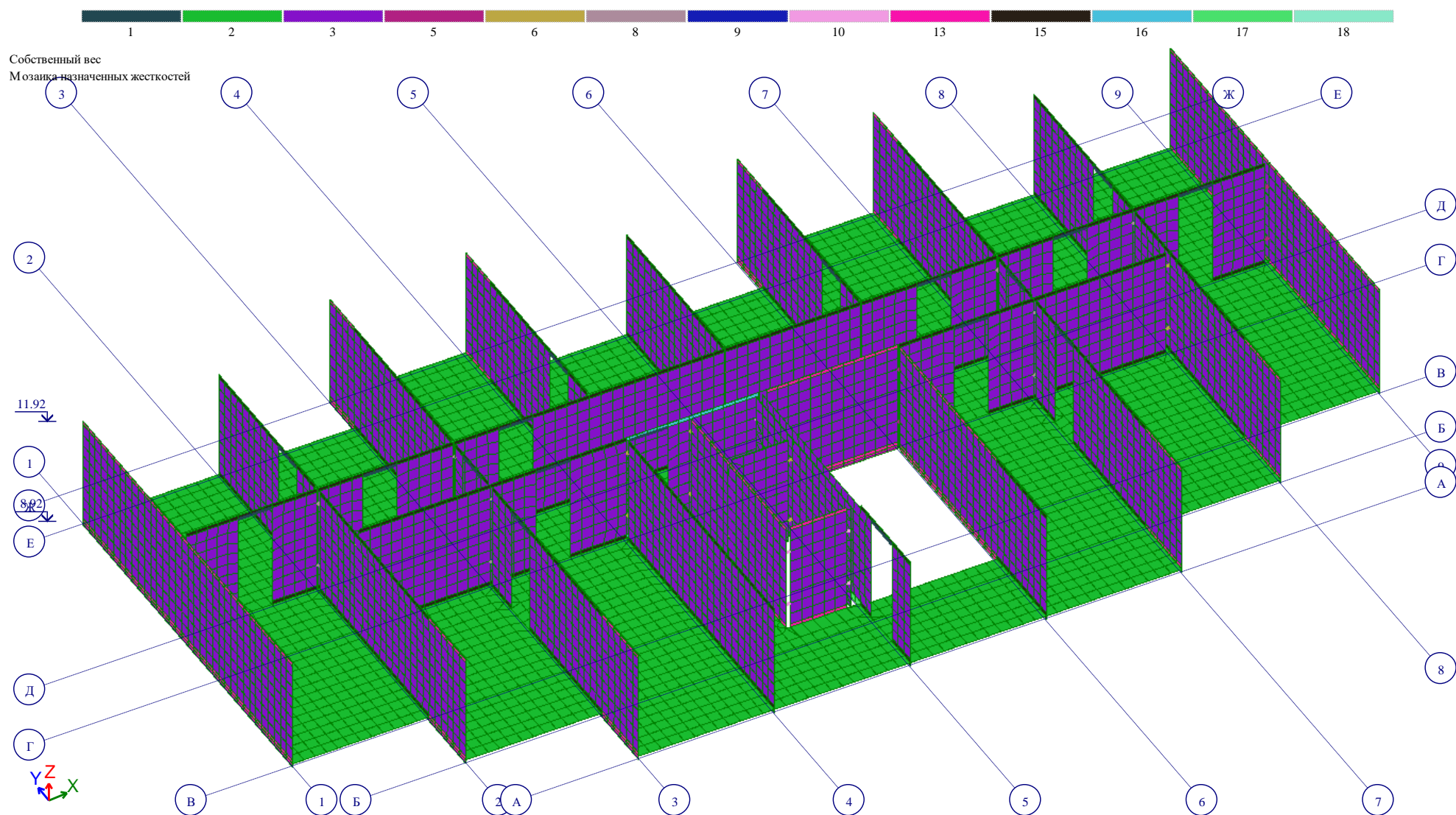


Рис. 4.5 Типовой этаж - мозаика типов жесткостей

4.1 Жесткости

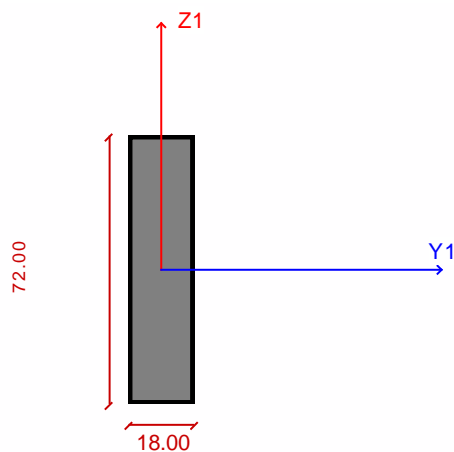


Рис. 4.6 Жесткость 1 «Брус 18 X 72»

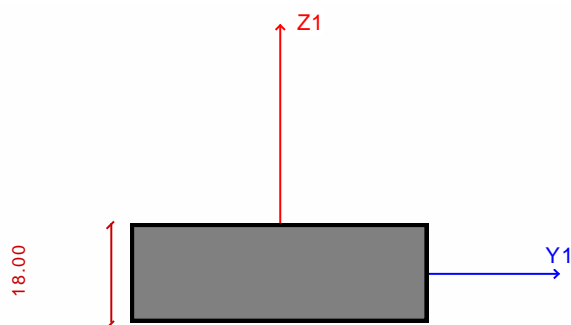


Рис. 4.7 Жесткость 3 «Пластина Н 18»

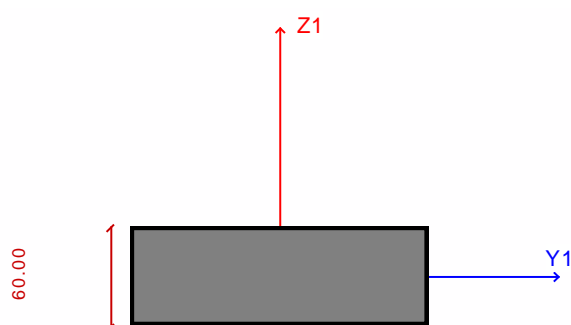


Рис. 4.8 Жесткость 4 «Пластина Н 60»

Таблица 4.1 Жесткостные характеристики

Таблица 4.1 Жесткостные характеристики. Стержни

Цвет	Номер	Имя	Комментарий	E, т/м2	RO, т/м3	EF, т	EIy, т*м2	EIz, т*м2	GIk, т*м2	Y1, см	Y2, см	Z1, см	Z2, см	Ru_Y, см	Ru_Z, см	q, т/м	GFy, т	GFz, т
	1	Брус 18 X 72	Железобетон балок	900000.000	2.500	116640.000	5038.848	314.928	428.302	3.000	3.000	12.000	12.000	0.000	0.000	0.324	38880.004	38880.004

Таблица 4.1 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
	3	Пластина Н 18	Стеновые панели	1800000.000	2.750	0.200	0.000	0.000	0.000	18.000
	4	Пластина Н 60	Фундаментная плита	900000.000	2.750	0.200	0.000	0.000	0.000	60.000

Таблица 4.1 Жесткостные характеристики. КЭ 55,56

Цвет	Номер	Имя	Комментарий	Rx, т/м	Ry, т/м	Rz, т/м	Rux, т*м	Ruy, т*м	Ruz, т*м
	5	КЭ 55 численное	3-1	8000.000	8000.000	6000.000	0.000	0.000	0.000
	6	КЭ 55 численное	2-1	8000.000	8000.000	6000.000	0.000	0.000	0.000
	7	КЭ 55 численное	4-1	8000.000	8000.000	6000.000	0.000	0.000	0.000
	8	КЭ 55 численное	3-1	8000.000	8000.000	6000.000	0.000	0.000	0.000
	9	КЭ 55 численное	4-1	8000.000	8000.000	6000.000	0.000	0.000	0.000
	10	КЭ 55 численное	2-1	8000.000	8000.000	6000.000	0.000	0.000	0.000

Таблица 4.1 Жесткостные характеристики. КЭ платформенного стыка

Цвет	Номер	Имя	Комментарий	E, т/м2	G, т/м2	H, см	Epsilon1	Epsilon2	Epsilon3	Sigma1, т/м2	Sigma2, т/м2	Sigma3, т/м2
	12	КЭ платформ. стыка h=18		0.000	792950.000	18.000	0.000	0.001	0.007	544.307	946.621	956.087
	13	КЭ платформ. стыка h=18		0.000	446755.531	18.000	0.000	0.001	0.014	544.307	946.621	956.087
	15	КЭ платформ. стыка h=18		0.000	397116.031	18.000	0.001	0.002	0.016	544.307	946.621	956.087
	16	КЭ платформ. стыка h=18		0.000	101838.594	18.000	0.002	0.004	0.043	544.307	946.621	956.087
	17	КЭ платформ. стыка h=18		0.000	126220.000	18.000	0.000	0.001	0.006	544.307	946.621	956.087

4.2 Определение коэффициента податливости горизонтальных стыков и жесткости КЭ стыка

Пример расчета жесткости КЭ стыка (платформенный стык при двустороннем опирании плит перекрытия) - <https://rflira.ru/kb/96/984/>

4.3 Расчет жесткости сварных связей по закладным в вертикальном стыке

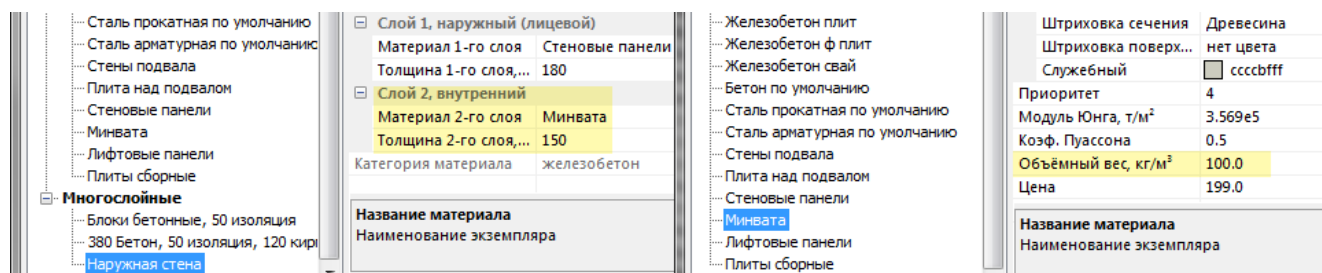
Пример расчета жесткости соединительных элементов в вертикальном стыке стеновых панелей - <https://rflira.ru/kb/96/988/>

5 Нагрузки и воздействия на здание

Расчет несущих конструкций зданий выполнен на следующие нагрузки и воздействия:

- собственный вес несущих конструкций здания;
- вес конструкции пола и кровли, ограждающих стен, перегородок, отделки;
- активное давление грунта обратной засыпки.
- полезные нагрузки на перекрытия согласно функциональному назначению помещений;
- снеговая нагрузка в соответствии со снеговым районом;
- ветровая нагрузка в соответствии с ветровым районом.

Примечание: в ПК ЛИРА-САПР нагрузки от собственного веса несущих конструкций учитываются автоматически при соответствующем указании объемного веса конструкций в жесткостных характеристиках элементов и коэффициента перегрузки указанного в меню «Добавить собственный вес» (при этом объемный вес несущего слоя наружных стеновых панелей в препроцессоре Сапфир автоматически корректируется для учета утеплителя и отделочных слоев).



Нагрузки в расчетной схеме задаются полные расчетные. Усилия для расчета армирования по 2му предельному состоянию (трещиностойкость) получаем делением на указанный коэффициент перегрузки (коэффициент надежности по нагрузке). Комбинации усилий, содержащие длительные нагрузки (для расчета, например, трещин продолжительного действия), получаем умножением усилия от соответствующего нагружения на указанную долю длительности.

Конструктивные элементы с признаком «нагрузка» в препроцессоре Сапфир автоматически преобразуются в погонную нагрузку. Нагрузка считается от заданных объемных весов материалов, и умножается на заданный коэффициент перегрузки.

Невыгодные сочетания нагрузок для конструктивного расчета (армирования железобетонных и проверки стальных конструкций) определяются автоматически функционалом ПК Лира-САПР – Расчетные Сочетания Усилий (РСУ).

Для вывода давления под подошвой фундамента, осадок и кренов создаются сочетания РСН: РСН-1 – сумма вертикальных статических длительных нагрузок, РСН-2 – сумма вертикальных статических длительных и кратковременных нагрузок, РСН-і – сумма вертикальных статических нагрузок и ветровая пульсация различных направлений.

Таблица нагрузок по заданию (распределенных по площадям):

№ п/п	Вид нагрузки	Толщина, мм	Объемный вес, кг/м3	Нормативная, кгс/м2	γ_f	Расчетная, кгс/м2
1	<u>Лоджии</u> постоянная: керамическая плитка Цементно-песчаный раствор временная:	8 42	1 800 1 800	14.4 75.6 200.0	1.2 1.3 1.2	17.28 98.28 115.56 240.00
2	<u>Эвакуационные лоджии</u> постоянная: керамическая плитка Цементно-песчаный раствор временная:	8 32	1 800 1 800	14.4 57.6 300.0	1.2 1.3 1.2	17.28 74.88 92.16 360.00
3	<u>жилые помещения(плиты t=160 мм)</u> постоянная: керамическая плитка Цементно-песчаный раствор стяжка из цем.-песч.раствора временная:	8 22 70	1 800 1 800 1 800	14.4 39.6 126.0 150.0	1.2 1.3 1.3 1.3	17.28 51.48 163.80 232.56 195.00
4	<u>Санузлы (плиты t=160 мм)</u> постоянная: керамическая плитка Цементно-песчаный раствор стяжка из цем.-песч.раствора временная:	8 22 70	1 800 1 800 1 800	14.4 39.6 126.0 200.0	1.2 1.3 1.3 1.2	17.28 51.48 163.80 232.56 240.00
5	<u>Внеквартирные коридоры (плиты t=160 мм)</u> постоянная: керамическая плитка Цементно-песчаный раствор стяжка из цем.-песч.раствора временная:	8 22 70	1 800 1 800 1 800	14.4 39.6 126.0 300.0	1.2 1.3 1.3 1.2	17.28 51.48 163.80 232.56 360.00
6	<u>Внеквартирные коридоры (плиты t=220 мм)</u> постоянная: керамическая плитка Цементно-песчаный раствор временная:	8 32	1 800 1 800	14.4 57.6 300.0	1.2 1.3 1.2	17.28 74.88 92.16 360.00

Таблица нагрузок по заданию (распределенных по линии):

№ п/п	Вид нагрузки	Толщина, мм	Объемный вес, кг/м3	Нормативная, кгс/м2	γ_f	Расчетная, кгс/м2	Высота, м	Расчетная, кгс/м.п.
1с	<u>Перегородка 100мм</u> кирпич штукатурка итого:	120 20	1800 1800	216 36 252	1.1 1.3	237.6 46.8 284.4	2.6 2.6	617.76 121.68 739.44
2с	<u>Перегородка 250мм</u> кирпич штукатурка итого:	250 40	1800 1800	450 72 522	1.1 1.3	495 93.6 588.6	2.6 2.6	1287 243.36 1530.36
3с	<u>Ограждение балкона</u> Стеклопакеты(3*4мм) жб	12 110	2500 2500	30 275 305	1.2 1.2	36 330 366	1.3 1.3	46.8 429 475.8

Расчетные сочетания усилий

Номер таблицы РСЧ: 1

Имя таблицы РСЧ: Импорт из САПФИР:СП 20.13330.2016 (РФ)

Строительные нормы: СП 20.13330.2016

Номер загрузки: 8 Ветер 90 (пульсационное)

Вид загрузки: Мгновенное(7)

N группы объединяемых временных загрузок: 0

Учитывать знакопеременность: ☒

N группы взаимоисключающих загрузок: 0

NN сопутствующих загрузок: 0

Коэффициент надежности: 1.40

Доля длительности: 0.00

Не учитывать для II-го пред. сост.: ☐

Ограничения для кранов и тормозов: Кран ☐ Тормоз ☐

Коэффициенты для РСЧ

#	1 основ.	2 основ.	Особ.(С)	Особ.(6 С)	5 сочет.	6 сочет.	7 сочет.	8 сочет.	9 сочет.	10 сочет.	11 со
1	1.00	1.00	0.90	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00
2	1.00	1.00	0.90	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00
3	1.00	1.00	0.90	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00
4	1.00	1.00	0.80	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00
5	1.00	1.00	0.50	0.00	0.00	0.90	0.00	0.00	0.00	0.90	0.00
6	1.00	0.90	0.50	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.90	0.00
7	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	0.90	0.50	0.00	0.00	0.90	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00

Сводная таблица для вычисления РСЧ:

№	Имя загрузки	Вид	Параметры РСЧ	Коэффициенты РСЧ
1	Собственный вес	Постоянное(0)	0 0 0 0 0 0 1.10 1.00	1.00 1.00 0.90 0.00 0.00 1.00 0.00 0.00 0.00 1.00
2	Нагрузки от стен	Постоянное(0)	0 0 0 0 0 0 1.30 1.00	1.00 1.00 0.90 0.00 0.00 1.00 0.00 0.00 0.00 1.00
3	Постоянные нагрузки на плиты	Постоянное(0)	0 0 0 0 0 0 1.30 1.00	1.00 1.00 0.90 0.00 0.00 1.00 0.00 0.00 0.00 1.00
4	Длительные нагрузки на плиты (лифт)	Длительное (1)	1 0 0 0 0 0 1.10 1.00	1.00 1.00 0.80 0.00 0.00 1.00 0.00 0.00 0.00 1.00
5	Кратковременные нагрузки на плиты	Кратковременное(2)	2 0 0 0 0 0 1.20 0.35	1.00 1.00 0.50 0.00 0.00 0.90 0.00 0.00 0.00 0.90
6	Снег	Кратковременное(2)	2 0 0 0 0 0 1.40 0.50	1.00 0.90 0.50 0.00 0.00 1.00 0.00 0.00 0.00 0.90
7	Ветер 90	Неактивное (9)	9 0 0 0 0 0 1.40 0.00	0.00 0.00 0.00
8	Ветер 90 (пульсационное)	Мгновенное(7)	7 0 1 0 0 0 1.40 0.00	1.00 0.90 0.50 0.00 0.00 0.90 0.00 0.00 0.00 1.00

Рис. 5.1 Таблица РСЧ (расчетные сочетания усилий - комбинаторика для конструктивного расчета)

5.1 Нагрузки от собственного веса

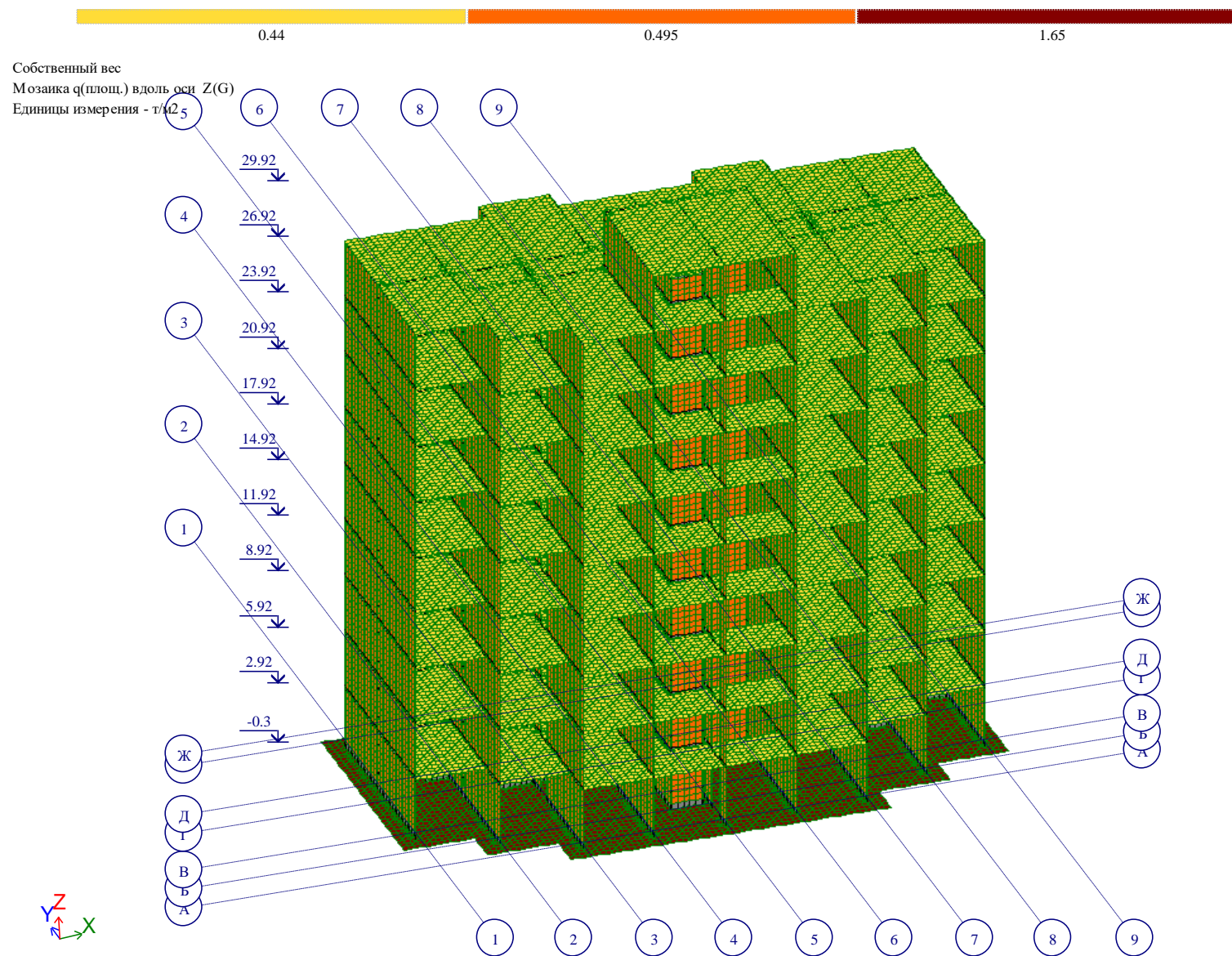


Рис. 5.3 Мозаика $q(\text{пл.})$ вдоль оси $Z(G)$

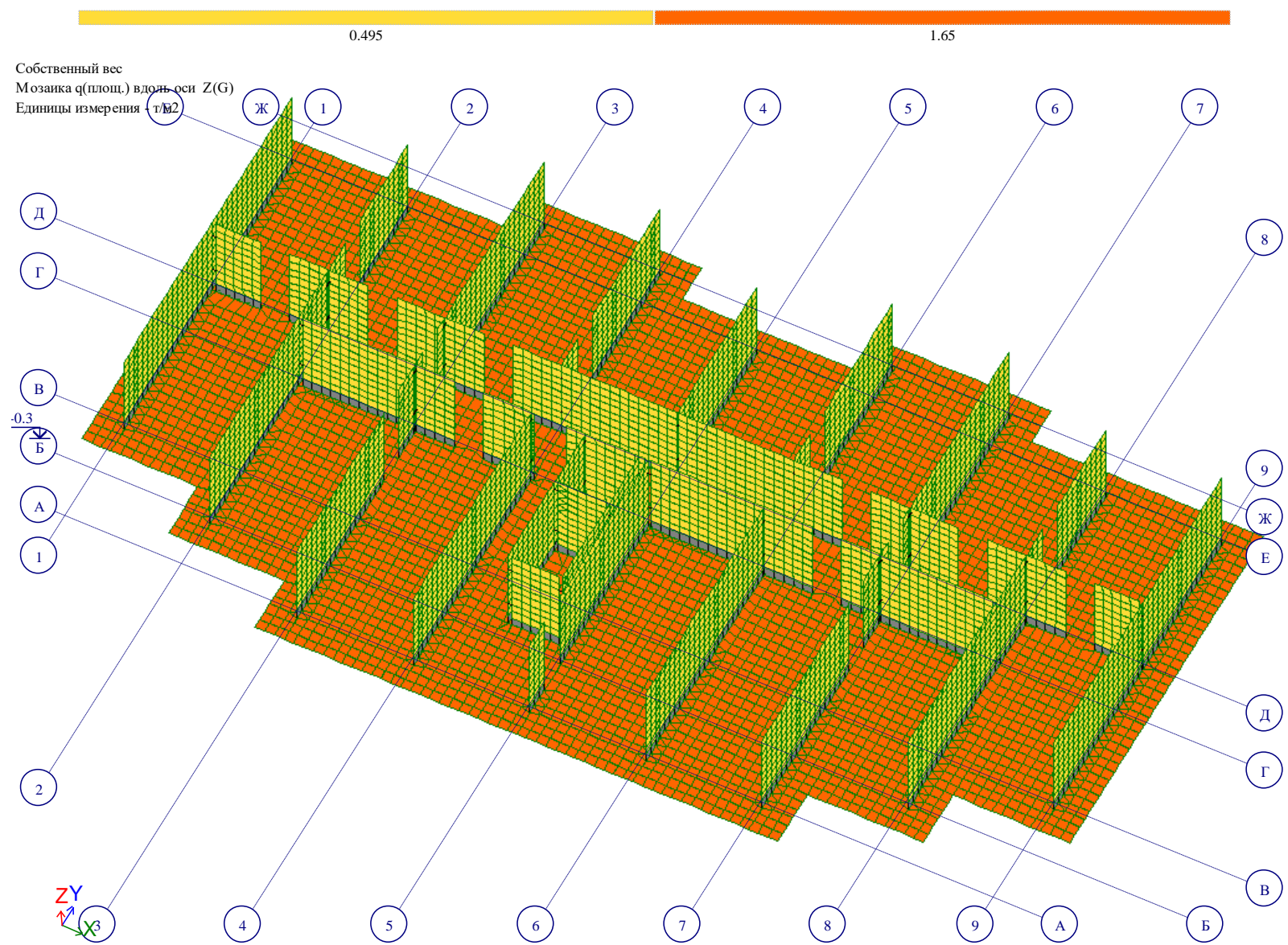


Рис. 5.4 Мозаика q (плоч.) вдоль оси Z в цокольном этаже

5.2 Нагрузки от веса стен

1.51

Нагрузки от стен

Мозаика $q(\text{лин.})$ вдоль оси $Z(G)$

Единицы измерения - т/м



Рис. 5.5 Мозаика $q(\text{лин.})$ вдоль оси $Z(G)$

Нагрузки от стен
 Мозаика $q(\text{лин.})$ вдоль оси $Z(G)$
 Единицы измерения - т/м

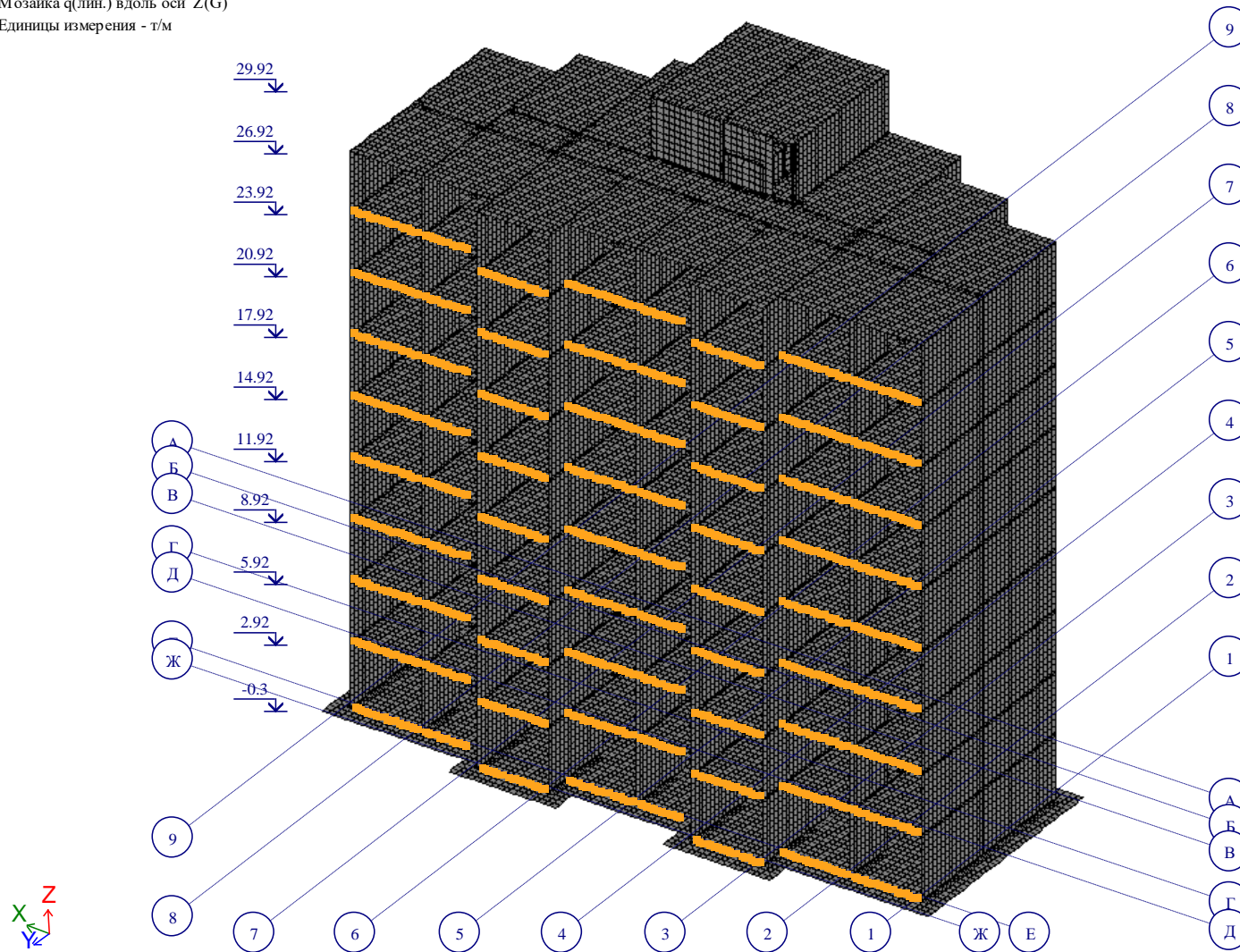


Рис. 5.6 Мозаика $q(\text{лин.})$ вдоль оси $Z(G)(2)$

5.3 Нагрузки от веса полов

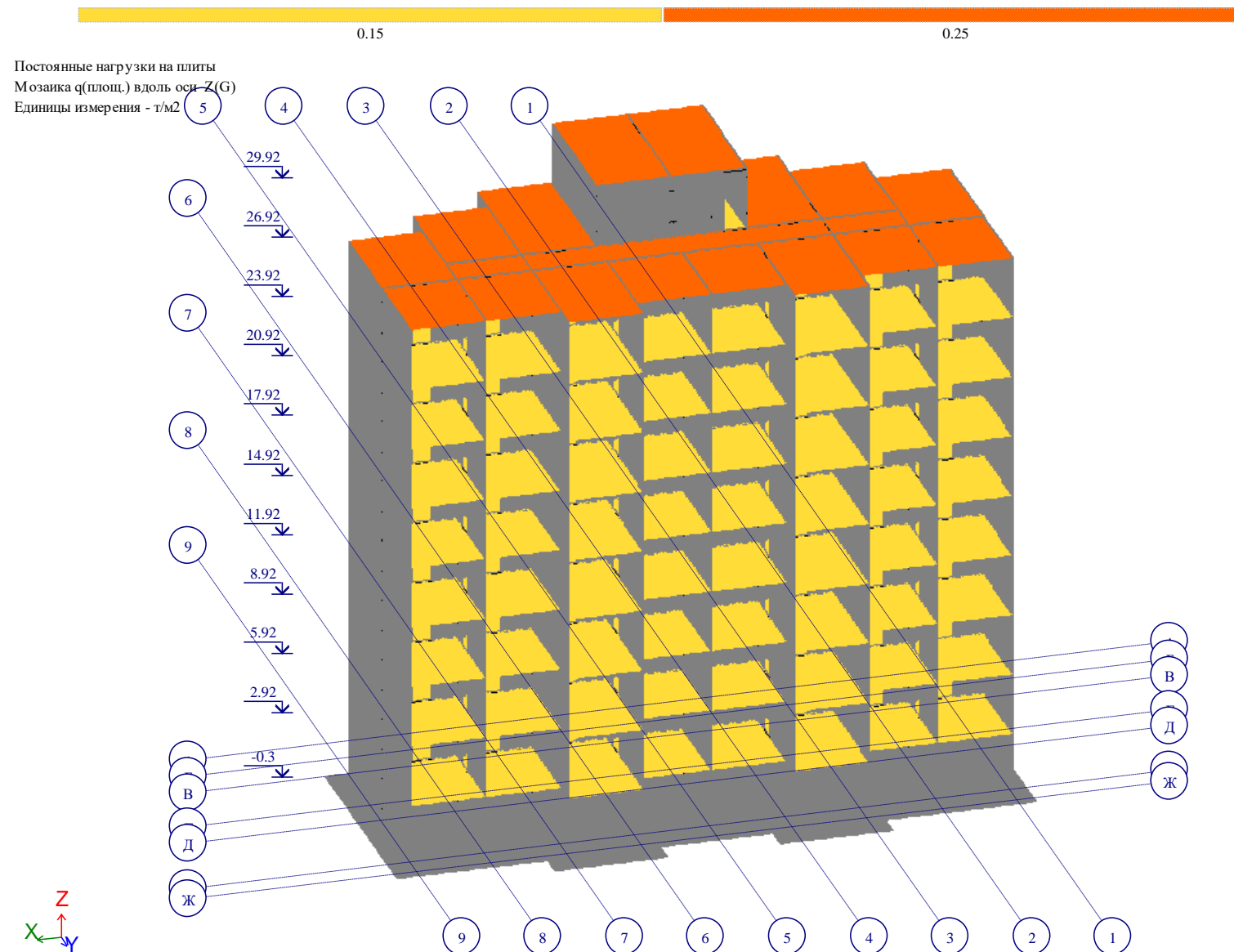


Рис. 5.7 Мозаика q (площ.) вдоль оси Z (G)

5.4 Нагрузки от снега

0.24

Снег

Мозаика $q(\text{пл.})$ вдоль оси $Z(G)$

Единицы измерения - т/м²

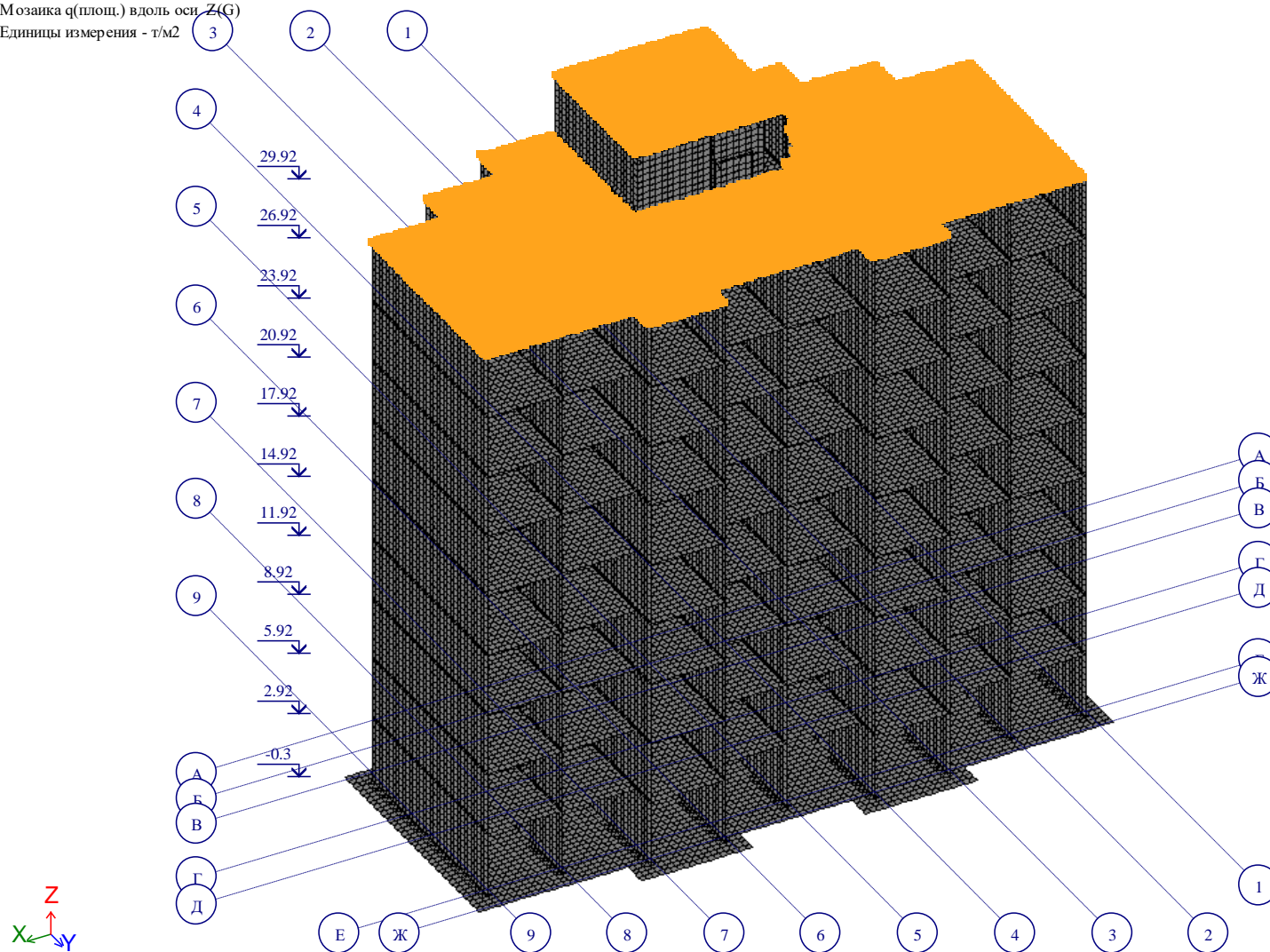


Рис. 5.8 Распределенные снеговые нагрузки (без учета мешков)

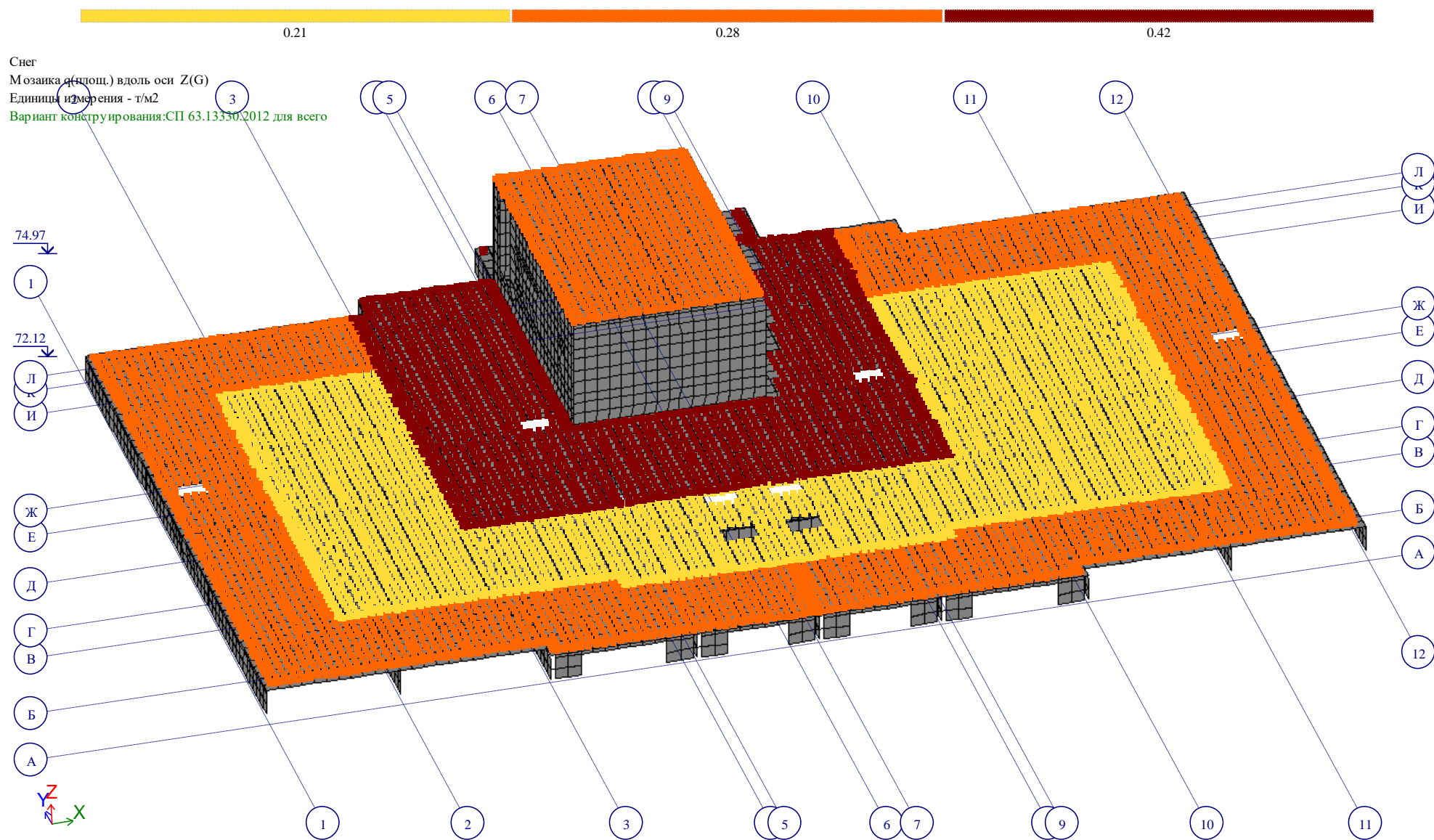
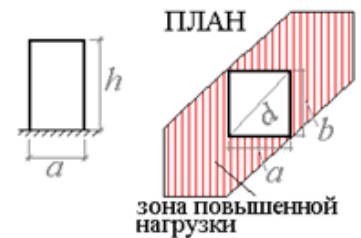


Рис. 5.9 Распределенные снеговые нагрузки с учетом мешков [пример из другой модели]

Снеговые нагрузки (СП 20.13330.2016)

Снеговая нагрузка от выхода на кровлю

Исходные данные

Район строительства	Тип сооружения	Схема	Параметры
Снеговой район - III	11. Участки покрытий, примыкающие к возвышающимся над кровлей вентиляционным шахтам и другим надстройкам	<div><p>ПЛАН</p></div>	$h = 3.4 \text{ м}$
			$a = 5 \text{ м}$
$S_0 = 150 \text{ Кг/м}^2$	$b = 7 \text{ м}$		
	$\gamma_f = 1.40$		
Снижать нагрузки по п. 10.5-10.8 СП			

Результаты расчета

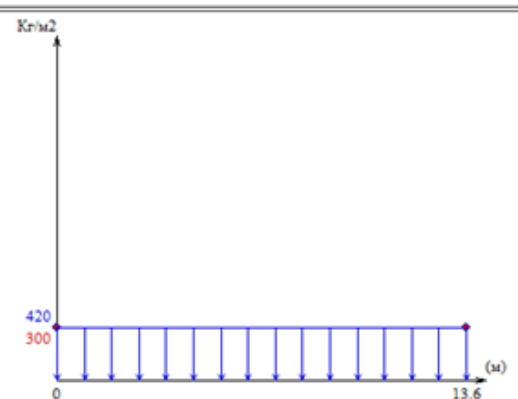
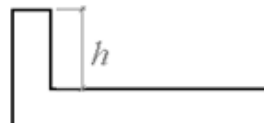
Эпюра	Привязка, (м)	Нормативная нагрузка, (Кг/м2)	Расчетная нагрузка, (Кг/м2)
Вариант №1			
	0	300	420
	13.6	300	420

Рис. 5.10 Сбор снеговых нагрузок от выхода на кровлю (в ЭСПРИ)

**Снеговые нагрузки
(СП 20.13330.2016)**

Снеговая нагрузка от парапета кровли

Исходные данные

Район строительства	Тип сооружения	Схема		Параметры
Снеговой район - III	10.Покрытие с парапетами			$h = 1.2 \text{ м}$
$S_0 = 150 \text{ Кг/м}^2$	$\gamma_f = 1.40$			
Снижать нагрузки по п. 10.5-10.8 СП				

Результаты расчета

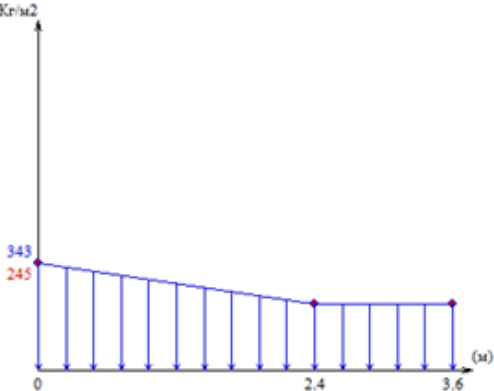
Эпюра	Привязка, (м)	Нормативная нагрузка, (Кг/м2)	Расчетная нагрузка, (Кг/м2)
Вариант №1			
	0	245	343
	2.4	150	210
	3.6	150	210

Рис. 5.11 Сбор снеговых нагрузок от парапетов - в расчете принята средняя нагрузка (в ЭСПРИ)

5.5 Нагрузки от грунта

Давление грунта на стены цокольного этажа

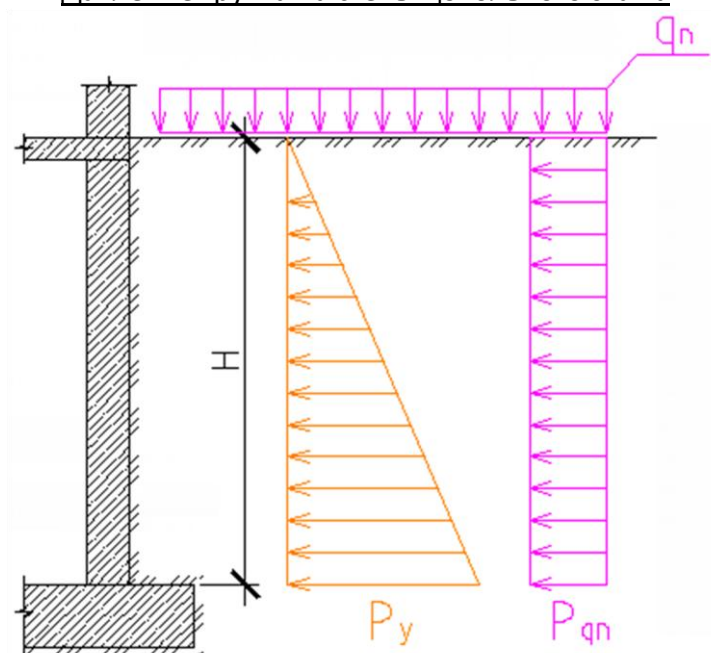


Схема задания нагрузок на стену цокольного этажа

Исходные данные:

- высота подпора грунта $h = 2.1$ м – наружная стена техподполья от верха ростверка до отметки планировки;
- временная нагрузка на призме обрушения равномерно распределённая: $q_n = 1$ т/м²;
- грунт засыпки ИГЭ2 – суглинок полутвердый, расчётные характеристики грунта засыпки принимаем: $\gamma' = 1.93$ т/м³; $\phi' = 20^\circ \cdot 0.9 = 18^\circ$;

Расчет величины подпора грунта.

При горизонтальной поверхности засыпки $\rho = 0$, вертикальной стене $\epsilon = 0$ и отсутствии трения и сцепления со стеной $\delta = 0$, $K_2 = 0$ коэффициент бокового давления грунта λ и угол наклона плоскости скольжения θ_0 определяются по формулам: $\theta_0 = 45^\circ - \phi'/2 = 45^\circ - 18^\circ/2 = 36^\circ$; $\lambda = \tan^2 \theta_0 = \tan^2 36^\circ = 0.528$.

Интенсивность нормативного горизонтального активного давления грунта от собственного веса P_y , на глубине y определяем по формуле:

$$P_y = \gamma' \cdot h \cdot \lambda, \text{ при } h = 2.1 \text{ м: } P_y = 1.93 \cdot 2.1 \cdot 0.528 = 2.14 \text{ т/м}^2.$$

Интенсивность расчетного горизонтального активного давления грунта:

$$P_y \cdot \gamma_f = 2.14 \cdot 1.15 = 2.461 \text{ т/м}^2.$$

Интенсивность расчетного вертикального давления грунта на обрезах фундамента:

$$P_z \cdot \gamma_f = 2.1 \cdot 1.93 \cdot 1.15 = 4.66 \text{ т/м}^2.$$

Интенсивность горизонтального давления грунта от равномерно распределенной нормативной нагрузки q_n , расположенной на поверхности призмы обрушения определяем по формуле:

$$P_{qn} = q_n \cdot \gamma_f \cdot \lambda = 1.0 \cdot 0.528 = 0.528 \text{ т/м}^2.$$

Интенсивность горизонтального давления от расчетной нагрузки:

$$P_{qn} = q_n \cdot \gamma_f = 0.528 \cdot 1.2 = 0.634 \text{ т/м}^2.$$

5.6 Нагрузки от ветра

Ветровая статическая (средняя) нагрузка формируется автоматически в зависимости от заданных параметров воздействия в препроцессоре Сапфир: ветровой район, тип местности, аэродинамический коэффициент (сумма наветренного и подветренного) и привязка поверхности земли (для правильного учета коэффициента высотности на соответствующих высотных отметках этажей). Нагрузка прикладывается как погонная в торцы дисков перекрытий с учетом грузовых площадей (пол этажа вверх и вниз).

Параметры ветрового воздействия в препроцессоре Сапфир [в данном случае указан аэродинамический коэффициент уже умноженный на коэффициент надежности по нагрузке $(0.8+0.6)*1.4=1.96$]:

Загружение (наименование)	Ветер 0
Угол отн. ОХ, °	0
Уровень планировки, м	0.0
Нормативный документ	СП 20.13330.2016
▢ Параметры по СП 20.13330.2016	
Ветровой район	III
Ветровое давление	0.038
Тип местности	A
Аэродинамический коэф.	1.96
Загружение (наименование) Название загрузки, к которому относятся распределённые нагрузки от данного ветра	

Пульсационная составляющая вычисляется в ПК Лира-САПР автоматически на основании заданных масс и параметров динамического расчета.

Поскольку при задании исходных данных задавались значения статической ветровой нагрузки с коэффициентом 1.4, то для получения ускорения с коэффициентом перегрузки равным 0.7 (см. п. 11.4 СП 20.13330.2011_Нагрузки и воздействия) необходимо соответствующие значения ускорений разделить на 2 (или умножить на $0.7/1.4$, что одно и тоже).

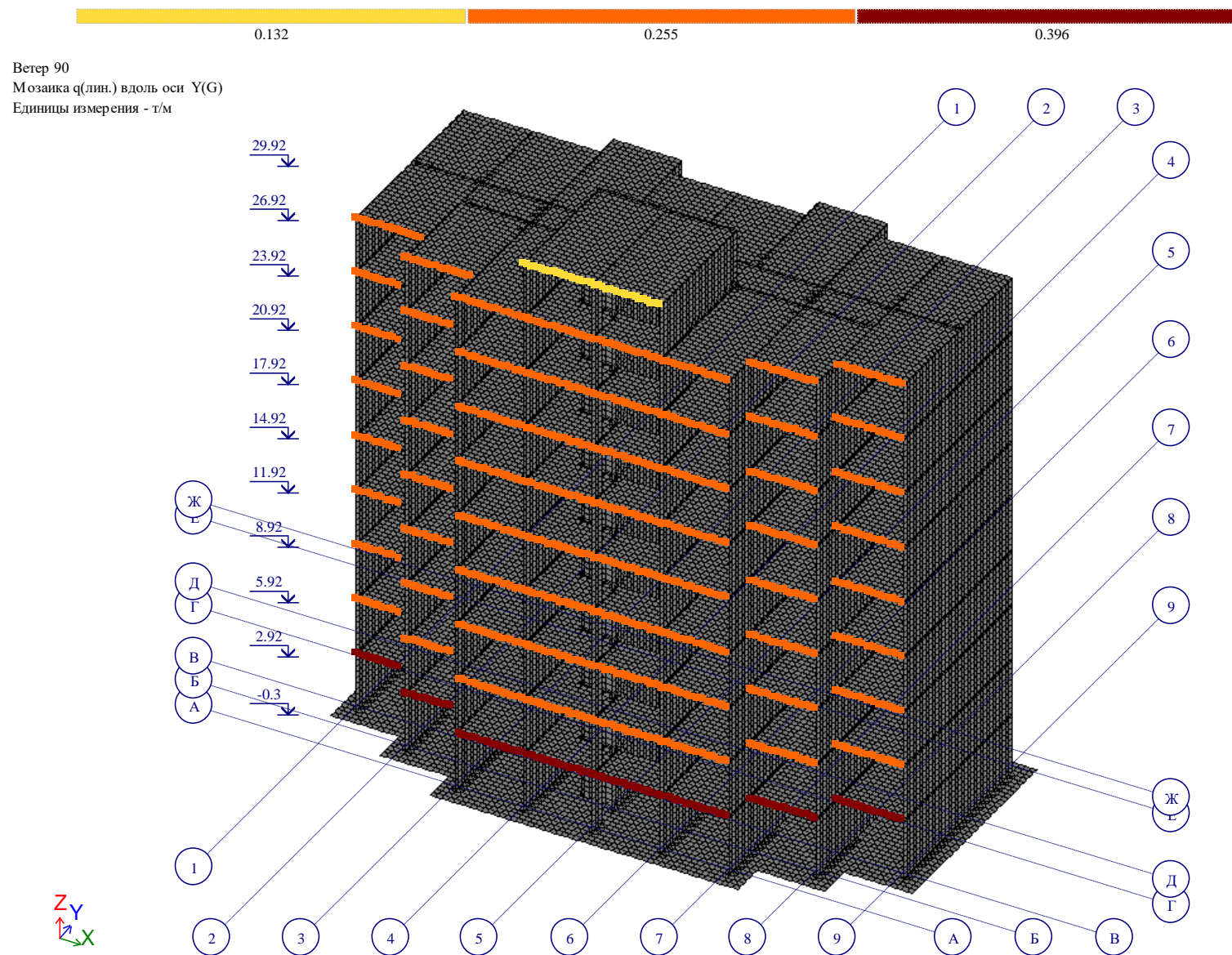


Рис. 5.12 Ветер по оси Y

Формирование динамических нагрузок из ст...

Сформировать матрицу масс на основании:

☒ - загрузки (код 1)

☐ - плотности элементов (код 2)

№ динамического нагружения: 8

№ соответствующего статического нагружения: 6

Кэф. преобразования: 0.9

Сводная таблица:

№ дин. з...	№ стат. ...	Кэф.ф.	Код
8	1	1	1
8	2	1	1
8	3	1	1
8	4	1	1
8	5	1	1
8	6	0.9	1

Рис. 5.13 Параметры сбора масс из статических нагрузок

Параметры расчета на ветровое воздействие с учетом пульсации

Строительные нормы: СП 20.13330.2016

Поправочный коэффициент: 1.00

Расстояние между поверхностью земли и минимальной аппликацией расчетной схемы: 1.50 м

Ветровой район строительства (табл. 11.1 СП 20.13330.2016): Район 4

Длина здания вдоль оси X: 28.80 м

Длина здания вдоль оси Y: 15.20 м

Тип местности (в соотв. с СП 20.13330.2016): Тип В

Тип здания: 0 - здания и сооружения

Логарифмический декремент колебаний: 0.3 (ж/бетонные сооружения)

Признак ориентации обдуваемой поверхности сооружения в расчетной схеме: 2 (Ветер вдоль оси Y)

Рис. 5.14 Параметры пульсационного воздействия

5.7 Полезные нагрузки

1

Длительные нагрузки на плиты (лифт)
Мозаика q (площ.) вдоль оси Z (G)
Единицы измерения - т/м²

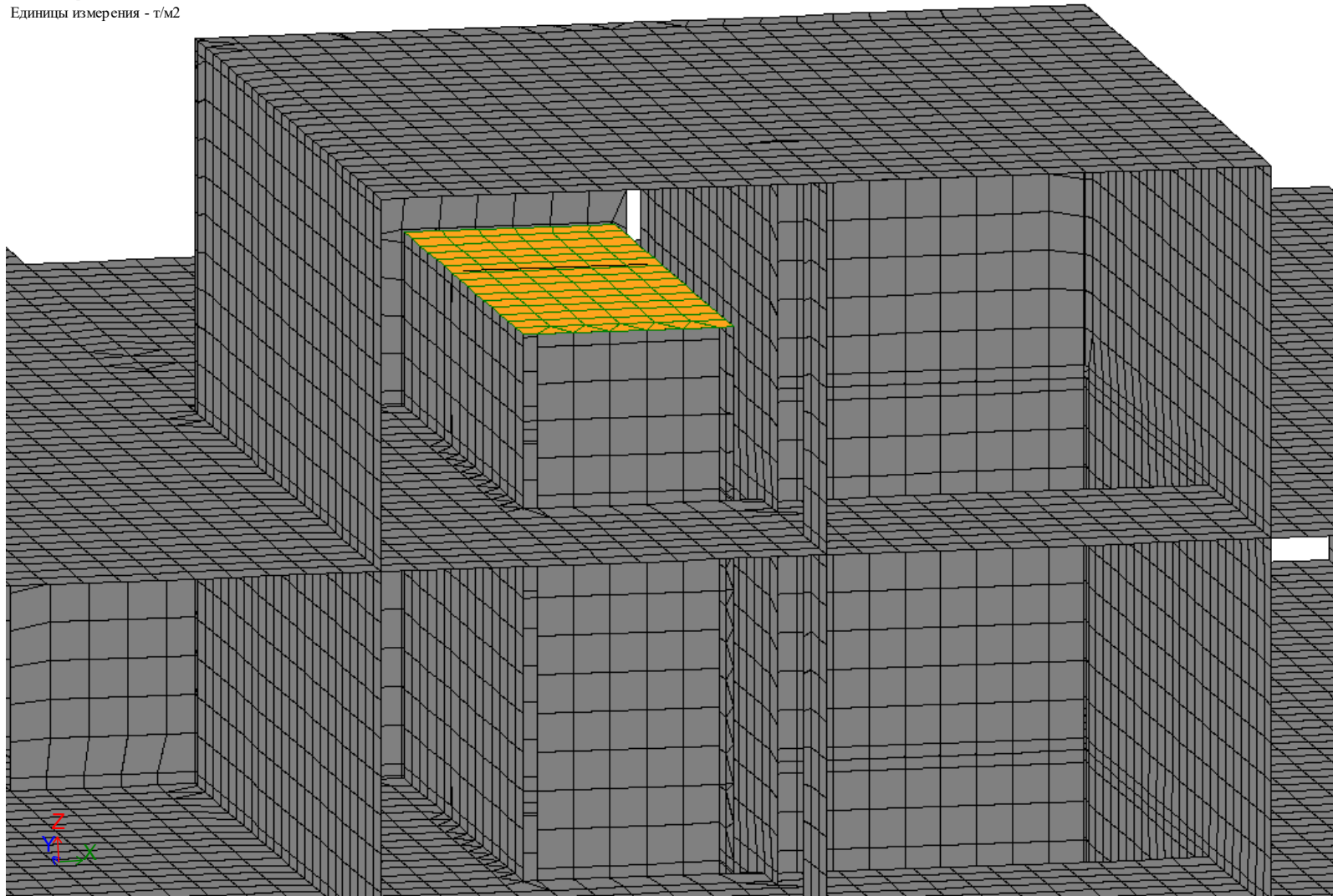


Рис. 5.15 Длительная нагрузка в машинном помещении лифта

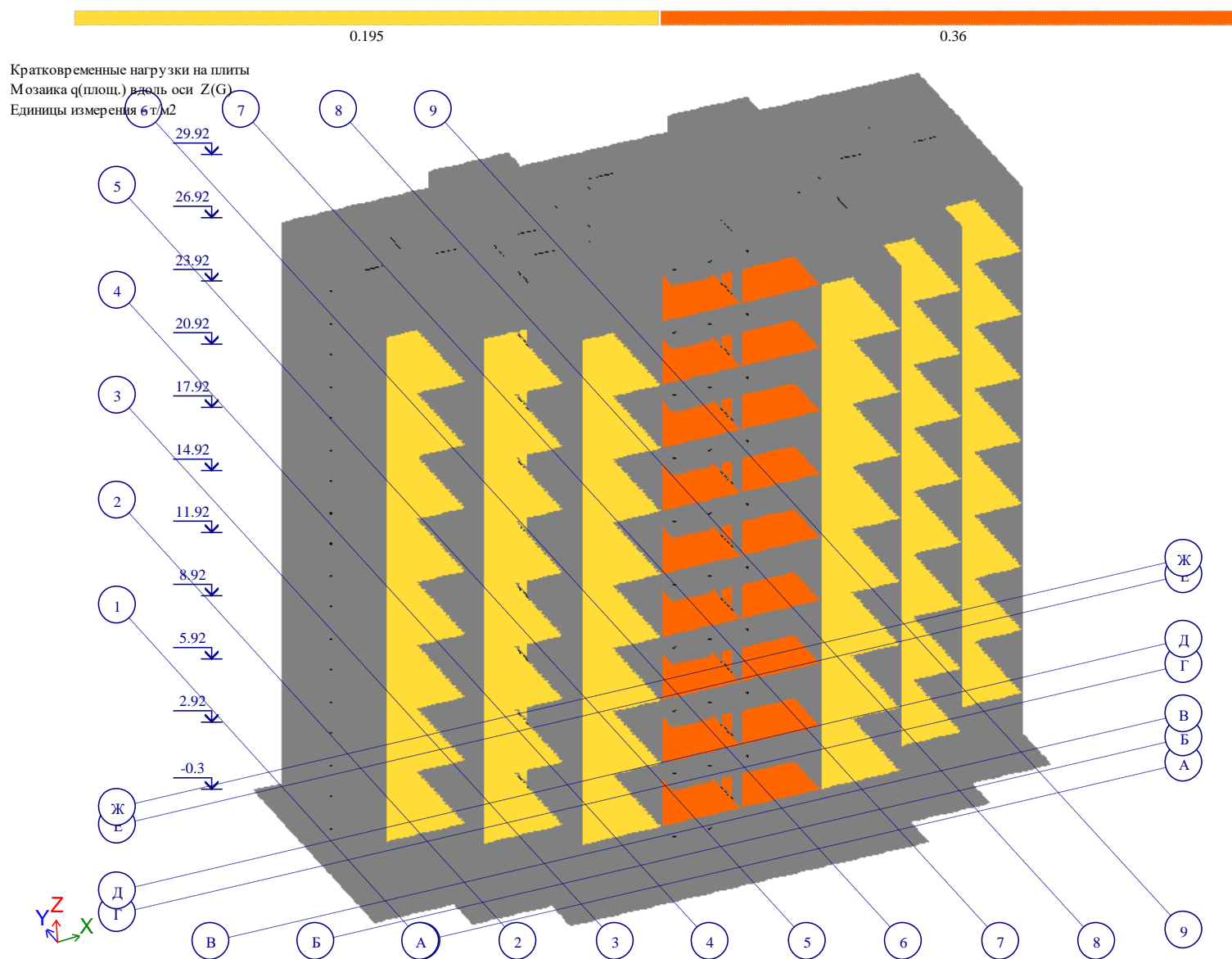


Рис. 5.16 Кратковременные нагрузки в квартирах и коридорах

6 Модель основания и расчет коэффициентов постели

Для расчета фундаментной плиты, как конструкции на деформируемом основании, применена расчетная схема в виде линейно деформируемого полупространства (задача Буссинеска). Осадка и глубина сжимаемой толщи вычисляется в соответствии с нормативным документом СП 22.13330.2011. Работа упругого основания смоделирована переменными в плане коэффициентами постели C_1 и C_2 (модель Пастернака-Власова), определяемыми с использованием модуля ГРУНТ-САПР в зависимости от усредненных по глубине характеристик сжимаемой толщи – модуля деформаций E и коэффициента поперечных деформаций ν грунта.

Информация о физико-механических характеристиках грунтов принята согласно отчету об инженерно-геологических изысканиях.

Коэффициенты жесткости основания (C_1 и C_2) определяются на основе физико-механических характеристик грунтов, размеров фундамента и действующих нагрузок на основание.

Граничные условия в плоскости фундаментной плиты (горизонтальные) приняты в виде связей заданных крестом, так чтобы они не препятствовали продольным деформациям фундаментной плиты (близко к оси симметрии фундамента по линии узлов параллельной глобальной оси Y заданы связи по X , а по линии параллельной оси X - связи по Y).

Выдержка из справочной системы программы ГРУНТ-САПР:

Справочная система: ГРУНТ

Скрыть Назад Печать Параметры

Содержание Указатель Поиск Избранное

- Общие данные
- Команды меню
- Вкладки
- Расчетные предпосылки
 - Расчетные предпосылки и выполнение расчета
 - Вычисление коэффициентов постели C_1, C_2**
 - Что такое "Модель грунта?"
 - Построение модели грунта (экстраполяция)
 - Свайные фундаменты
 - Определение осадок существующих зданий от строящихся
 - Об учете влажности грунтов
- Основные понятия и соглашения
- Окно системы ГРУНТ

Вычисление коэффициентов постели C_1, C_2

[Модель грунта](#) содержит сведения о геологии в каждой точке площадки строительства. Каждый составляющий ИГЭ (инженерно-геологический элемент) описывается следующими характеристиками грунта в плавающем окне [Характеристики грунтов](#)

- Модуль деформации E ;
- Коэффициент Пуассона ν ;
- Удельный вес грунта γ ;

Для учета влажности (текучести) грунта задается:

- Природная влажность (для песков) W ;
- Показатель текучести IL (для глинистых);
- Коэффициент пористости e ;
- Удельное сцепление c ;
- Угол внутреннего трения ϕ .

Рассматриваются нагрузки, заданные в окне [ГРУНТ](#) либо импортированные из [ВИЗОР-САПР](#). Используется расчетная схема в виде линейно деформируемого полупространства (задача Буссинеска). Осадка и глубина сжимаемой толщи вычисляется в соответствии с нормативным документом (СНиП 2.02.01-83, СП 50-101-2004, ДБН В.2.1-10:2009, СП 22.13330.2011), выбранным в окне диалога [Параметры расчета](#).

В расчетной точке с координатами (x, y) на глубине z_j от каждой k -ой внешней нагрузки на грунт вычисляется *дополнительное* вертикальное напряжение

$$\sigma_{pj}$$

Вычисляется суммарное дополнительное вертикальное напряжение от всех нагрузок

$$\sigma_p = \sum \sigma_{pj}$$

Кроме того, в расчетной точке с координатами (x, y) на глубине z_j вычисляется вертикальное напряжение *от собственного веса грунта*

$$\sigma_{gj}$$

Если, начиная с глубины z_j и ниже, выполняется условие

$$\sigma_{pj} < \lambda * \sigma_{gj},$$

то фиксируется глубина сжимаемой толщи

$$H_c = z_j.$$

Табл. "Характеристики грунтов"

С/п	Наименование грунта		Природная влажность (доли)	Показатель текучести	Коэффициент пористости	Модуль деформации (т/м ²)	Коэффициент Пуассона	Удельный вес грунта (т/м ³)
1	Почвенно-растительный		0.00	0.00	0.00	1000.000	0.300	1.800
2	Суглинок тяжелый		0.18	0.00	0.69	2240.000	0.350	1.880
3	Глина легкая		0.25	0.21	0.77	3260.000	0.420	1.880
4	Глина тяжелая		0.30	0.00	0.84	3670.000	0.420	1.900

Табл. "Скважины"

ИГЭ	Наименование грунта		Абс.отм. подошвы	Мощность слоя	Глубина залегания
Скважина 1					
Координаты (13.69,12.91) Абсолютная отметка устья 125.30 Глубина скважины 20.00					
1	Почвенно-растительный		124.90	0.40	0.40
2	Суглинок тяжелый		122.30	2.60	3.00
3	Глина легкая		119.80	2.50	5.50
4	Глина тяжелая		105.30	14.50	20.00
Скважина 2					
Координаты (32.43,4.85) Абсолютная отметка устья 125.13 Глубина скважины 25.00					
1	Почвенно-растительный		124.73	0.40	0.40
2	Суглинок тяжелый		122.23	2.50	2.90
3	Глина легкая		119.63	2.60	5.50
4	Глина тяжелая		100.13	19.50	25.00
Скважина 3					
Координаты (50.67,-2.51) Абсолютная отметка устья 125.00 Глубина скважины 20.00					
1	Почвенно-растительный		124.60	0.40	0.40
2	Суглинок тяжелый		122.10	2.50	2.90
3	Глина легкая		119.60	2.50	5.40
4	Глина тяжелая		105.00	14.60	20.00
Скважина 4					
Координаты (12.96,-0.15) Абсолютная отметка устья 125.35 Глубина скважины 20.00					
1	Почвенно-растительный		124.95	0.40	0.40
2	Суглинок тяжелый		122.35	2.60	3.00
3	Глина легкая		119.75	2.60	5.60
4	Глина тяжелая		105.35	14.40	20.00

ИГЭ	Наименование грунта		Абс.отм. подшвы	Мощность слоя	Глубина залегания
Скважина 5					
Координаты (54.02,11.03) Абсолютная отметка устья 124.85 Глубина скважины 20.00					
1	Почвенно-растительный		124.45	0.40	0.40
2	Суглинок тяжелый		121.75	2.70	3.10
3	Глина легкая		119.25	2.50	5.60
4	Глина тяжелая		104.85	14.40	20.00
Скважина 6					
Координаты (73.04,2.76) Абсолютная отметка устья 124.78 Глубина скважины 25.00					
1	Почвенно-растительный		124.28	0.50	0.50
2	Суглинок тяжелый		121.48	2.80	3.30
3	Глина легкая		119.18	2.30	5.60
4	Глина тяжелая		99.78	19.40	25.00
Скважина 7					
Координаты (93.38,-4.33) Абсолютная отметка устья 124.67 Глубина скважины 20.00					
1	Почвенно-растительный		124.27	0.40	0.40
2	Суглинок тяжелый		121.57	2.70	3.10
3	Глина легкая		119.07	2.50	5.60
4	Глина тяжелая		104.67	14.40	20.00
Скважина 8					
Координаты (94.25,8.85) Абсолютная отметка устья 124.61 Глубина скважины 20.00					
1	Почвенно-растительный		124.21	0.40	0.40
2	Суглинок тяжелый		121.31	2.90	3.30
3	Глина легкая		119.01	2.30	5.60
4	Глина тяжелая		104.61	14.40	20.00

План

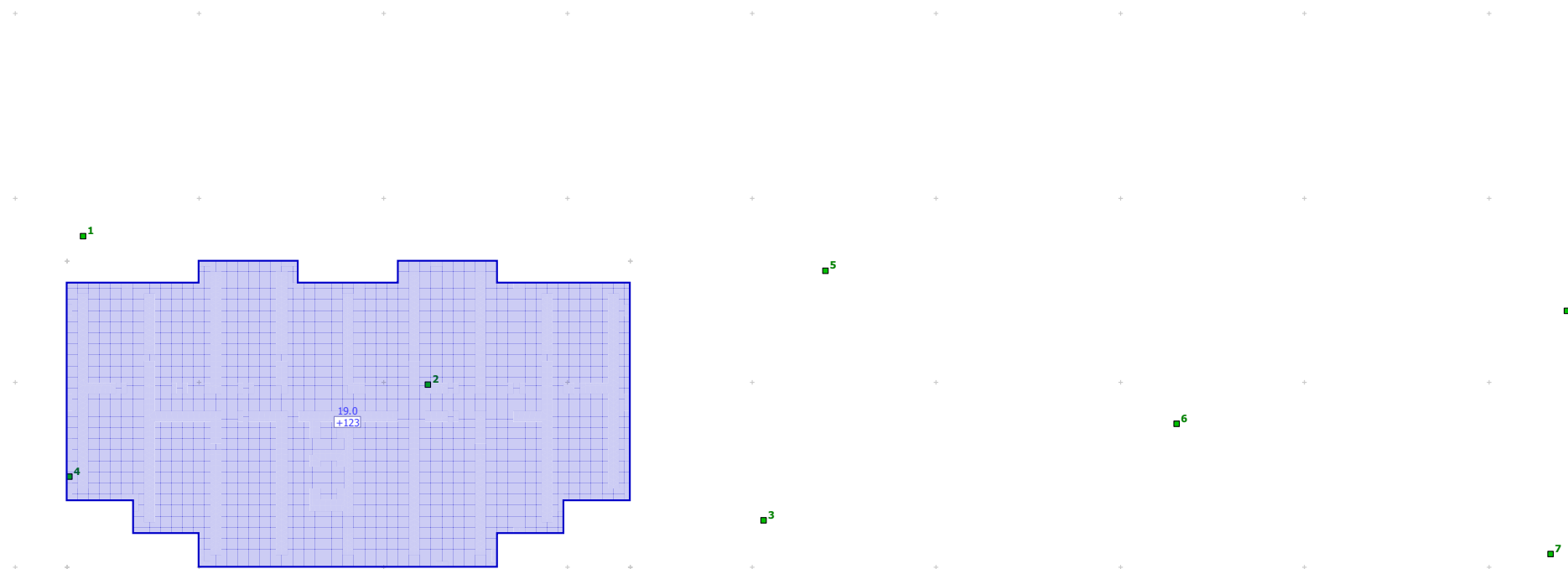


Рис. 6.1 Нагрузка от фундамента на плане скважин

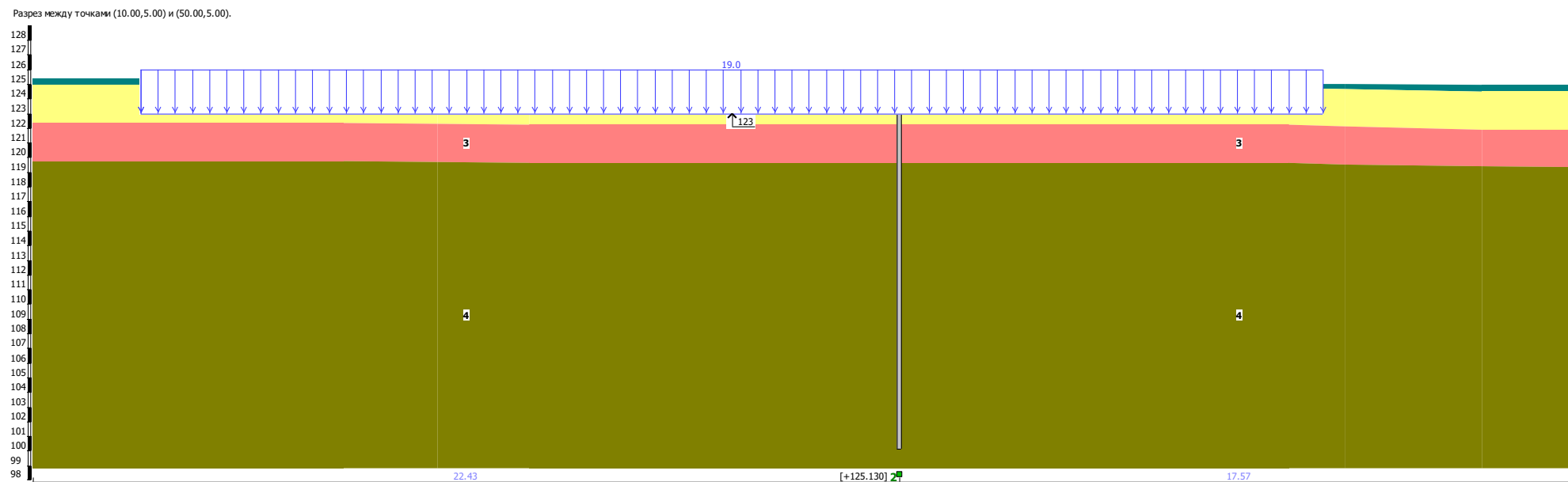


Рис. 6.2 Разрез по модели грунта

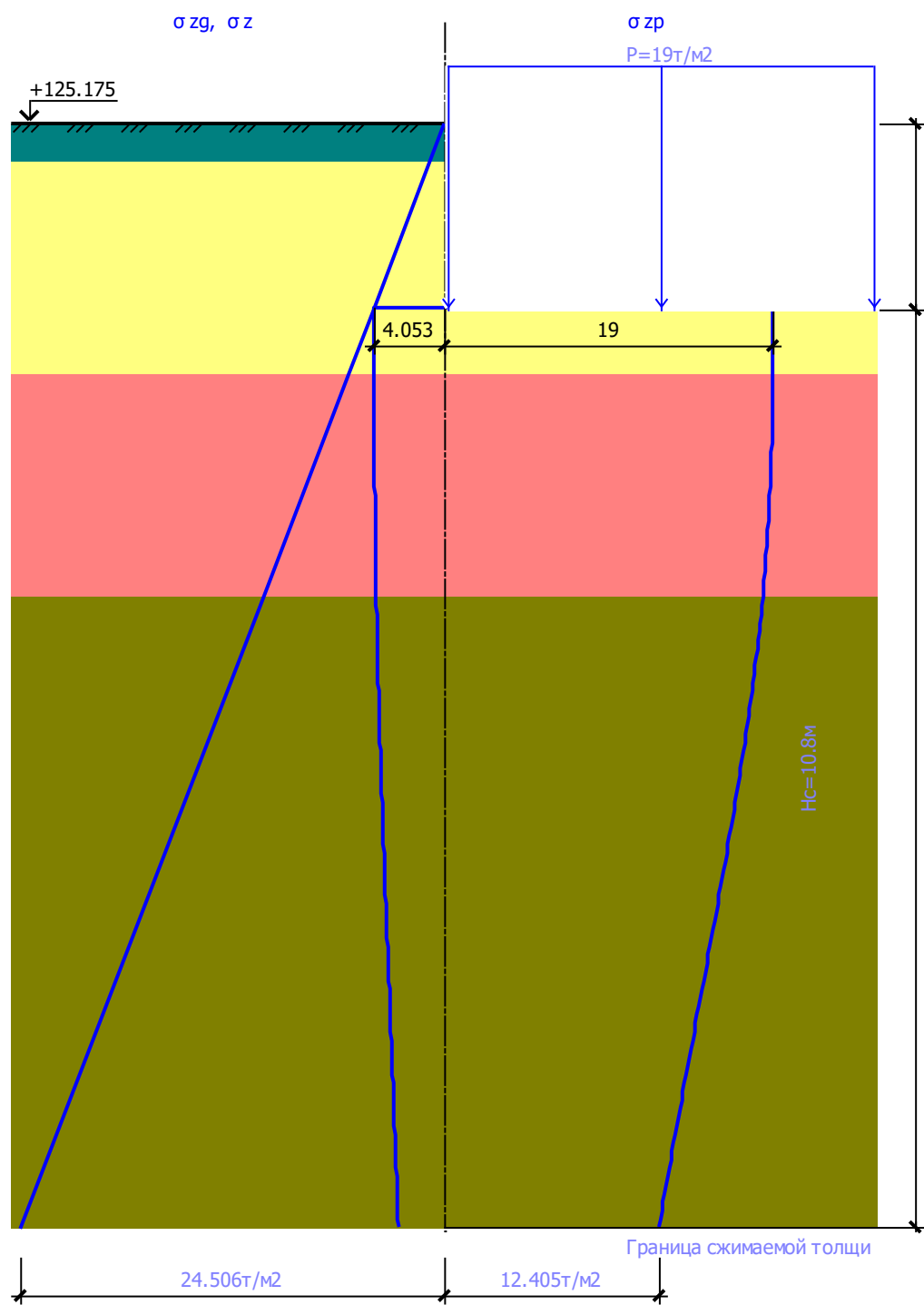


Рис. 6.3 Результаты в точке (в центре фундамента)

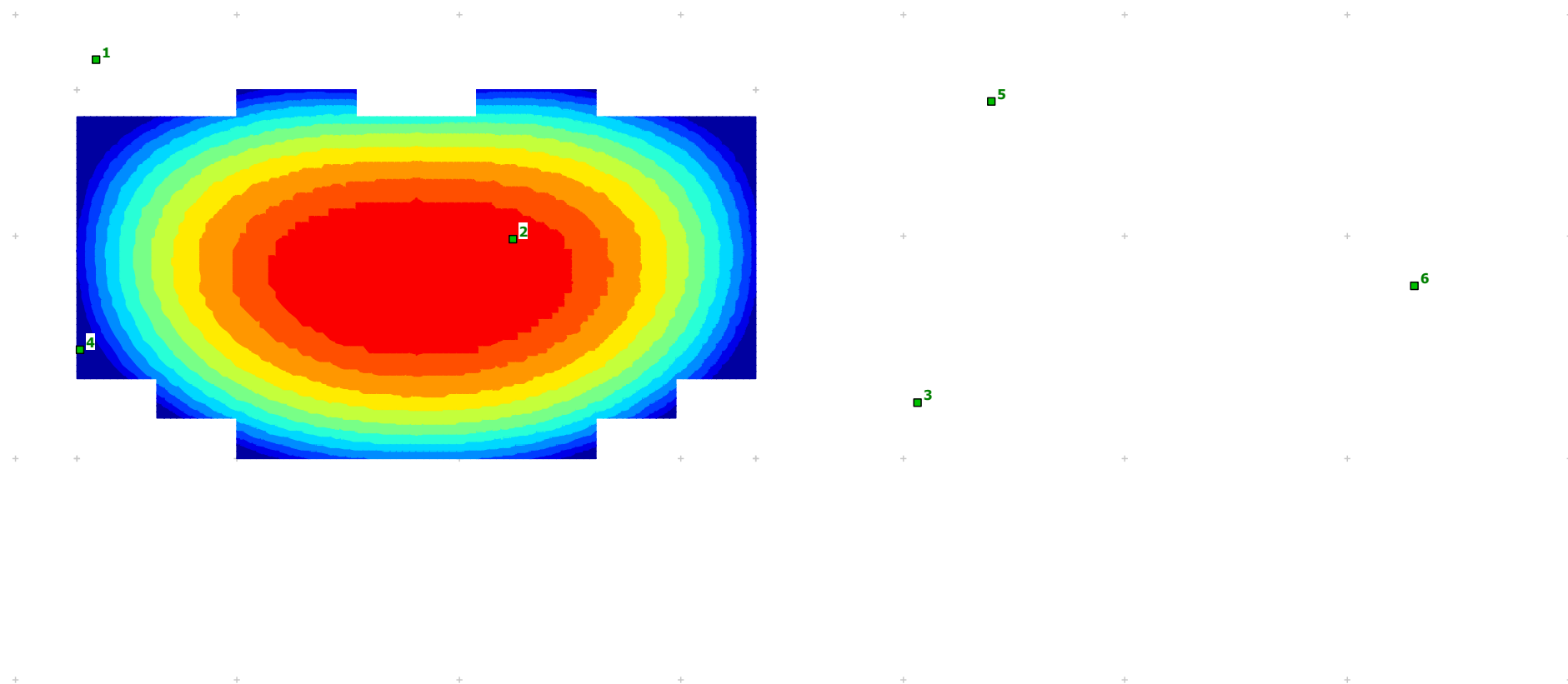
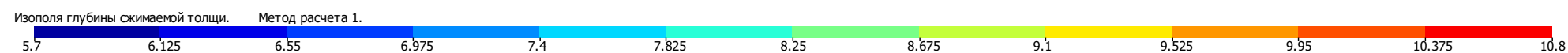


Рис. 6.4 Нс (глубина сжимаемой толщи)

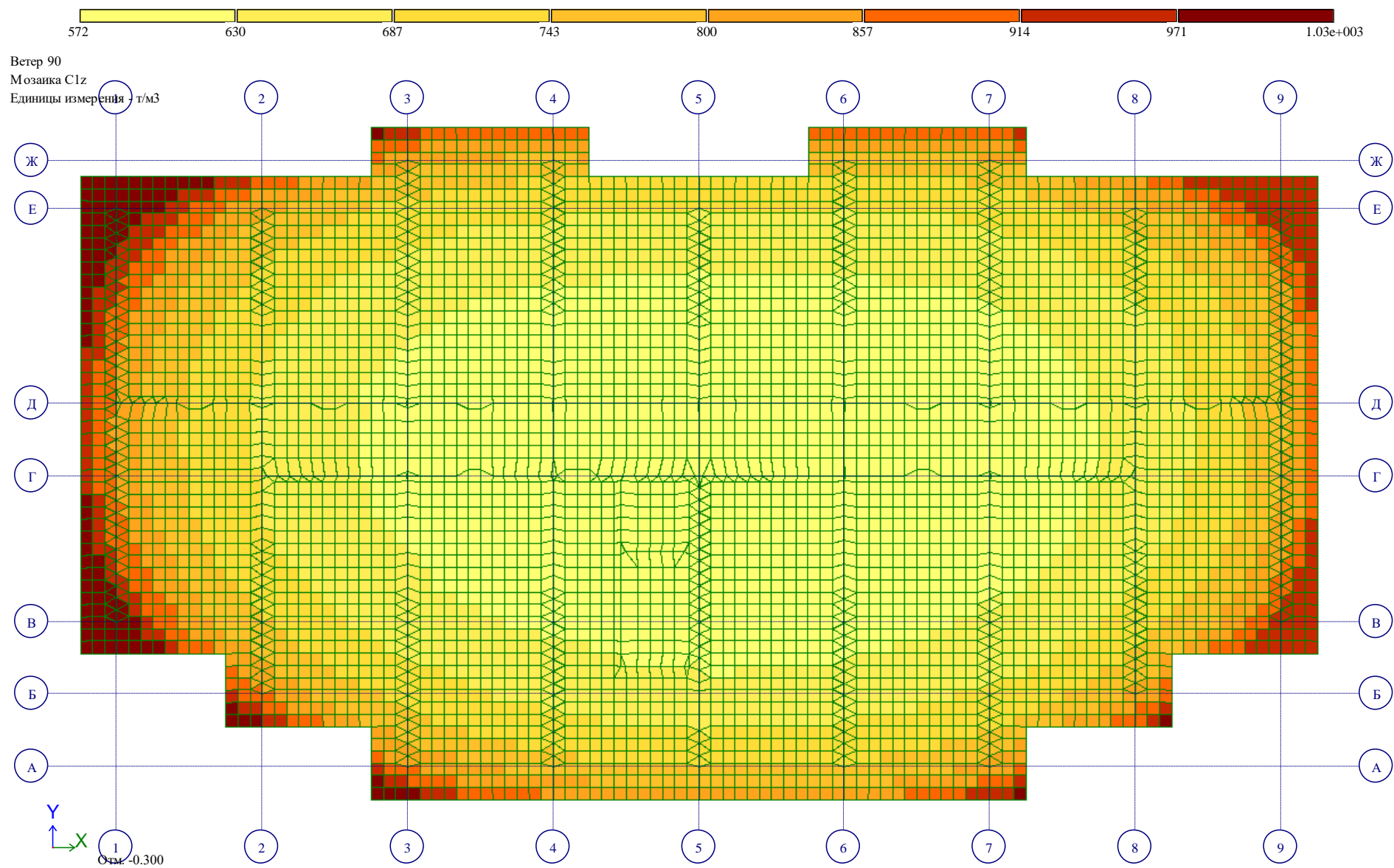


Рис. 6.5 Мозаика C1z

7 Параметры прочностного расчета железобетонных конструкций

Для прочностного расчета несущих железобетонных конструкций (подбор арматуры) было задано 2 варианта конструирования:

1 вариант (ВК1) – подбор армирования во всех элементах конструкций без учета продольного изгиба (по данному варианту смотрим армирование всех конструкций, в том числе армирование стен около проемов, где получены всплески усилий, как в концентраторе напряжений);

2 вариант (ВК2) – подбор армирования в элементах стеновых панелей в средней трети по высоте этажа с учетом продольного изгиба (по данному варианту смотрим армирование стен с учетом заданных эксцентриситетов).

3 вариант (ВК3) – подбор армирования в балках перекрытия над 1ым этажом при классе бетона В30.

Примечания: расчет эксцентриситетов для подбора армирования в средних третях стеновых панелей см. в разделе «Проверка прочности стеновых панелей по средним сечениям при внецентренном сжатии из плоскости стены».

Элементом схемы были назначены следующие расчетные характеристики и материалы:

☐ ТИП СТЕРЖЕНЬ

#	Название	Вид рас...	Симм...	Низ (...)	Верх...	Бок (...)	II пр...	Про...	Непр...	Шаг...	Знач...	Дли...	Рас...	Ly	Lz	Учи...	Выд...	Е
4 (1)	Перемычка	Стержень	C+H	3.00	3.00	3.00	+	0.30	0.40	Д	12	0.00	КРД	0.10	0.10	-	+	-

ПЛАСТИНА

#	Название	Вид расчета	Вуд. П...	Низ X (...)	Верх X ...	Низ Y (...)	Верх Y ...	1 кв.м....	II пред...	Продо...	Непро...	Шаг/Д...	Значение
1 (1)	Фундаментная плита	Оболочка	-	8.00	5.00	8.00	5.00	+	+	0.30	0.40	Д	22
2 (1)	Стеновые панели	Оболочка	-	3.00	3.00	3.00	3.00	-	+	0.30	0.40	Д	10
3 (1)	Панели плит	Оболочка	-	2.50	2.50	2.50	2.50	+	+	0.30	0.40	Д	8

☐ БЕТОН

#	Название	Класс ...	Rbn, ...	Rbth, ...	Eb, МПа	Вид б...	Марка...	Диagr...	G_b...	G_b...	G_b...	Относ...	SEY ...	SEZ ...
1 (1)	Плиты	B25	18.5	1.5	30000...	тяжел...	2000	2-х ли...	1.00	1.00	1.00	80.00	0.00	0.00
2 (1)	Стеновые панели	B25	18.5	1.5	30000...	тяжел...	2000	2-х ли...	1.00	0.85	1.00	80.00	0.00	0.00

☒ АРМАТУРА

#	Название	RX Пр...	Rs, МПа	Rsw, ...	RY Пр...	Rs, МПа	Rsw, ...	RT По...	Rs, МПа	Rsw, ...	S1, К...	S2, К...	D m...	N, ...	Же...
1 (1)	Фундаментная плита	A500 ...	435.0	300.0	A500 ...	435.0	300.0	A240 ...	210.0	170.0	1.00	1.00	22	1	-
2 (1)	Стеновые панели	A500 ...	435.0	300.0	A500 ...	435.0	300.0	A240 ...	210.0	170.0	1.00	1.00	10	1	-
3 (1)	Панели плит	A500 ...	435.0	300.0	A500 ...	435.0	300.0	A240 ...	210.0	170.0	1.00	1.00	10	1	-
4 (1)	Перемычка	A500 ...	435.0	300.0	A500 ...	435.0	300.0	A240 ...	210.0	170.0	1.00	1.00	12	1	-

Рис. 7.1 Сводная таблица назначенных материалов

Название	Перемычка и балка лестницы	Название	Балки-монолит_900	Название	Сваи	Название	Колонны монолит	Название	Балки-монолит_600
Вид расчета	Балка	Вид расчета	Балка	Вид расчета	Стержень	Вид расчета	Колонна рядовая	Вид расчета	Балка
Армирование	Несимметричное	Армирование	Несимметричное	Армирование	Симметричное	Армирование	Симметричное	Армирование	Несимметричное
Система	Статически неопределимая	Система	Статически неопределимая	Система	Статически неопределимая	Система	Статически неопределимая	Система	Статически неопределимая
<div>Расчет</div> <div> Точность предварит. расчета, % 20 Точность основного расчета, % 1 Максимальный % армирования 10 </div> <div> <input type="checkbox"/> Учитывать конструктивные требования <input checked="" type="checkbox"/> Выделять угловые арматурные стержни <input type="checkbox"/> Располагать боковую арматуру в полке <input type="checkbox"/> Учитывать совместное действие усилий <input type="checkbox"/> Учитывать многоконтурность <input type="checkbox"/> Учитывать поправки к п.3.52 Пособия к СП 52-101-2003 </div> <div> Расстояние к ц.т. арматуры, см a1 3.5 a2 3.5 a3 4 </div> <div> <input checked="" type="checkbox"/> Расчет по предельным состояниям II группы Трещина продолжительного раскрытия, мм 0.3 Трещина непродолжительного раскрытия, мм 0.4 <input type="radio"/> Шаг арматурных стержней, мм <input checked="" type="radio"/> Диаметр арматурных стержней 10 </div> <div> Длина элемента, Расчетные длины Длина элемента 0 м <input type="radio"/> Расчетная длина LY 0 <input checked="" type="radio"/> Коэффициент LZ 0 </div>									
<div>Расчет</div> <div> Точность предварит. расчета, % 20 Точность основного расчета, % 1 Максимальный % армирования 10 </div> <div> <input type="checkbox"/> Учитывать конструктивные требования <input type="checkbox"/> Выделять угловые арматурные стержни <input type="checkbox"/> Располагать боковую арматуру в полке <input type="checkbox"/> Учитывать совместное действие усилий <input type="checkbox"/> Учитывать многоконтурность <input type="checkbox"/> Учитывать поправки к п.3.52 Пособия к СП 52-101-2003 </div> <div> Расстояние к ц.т. арматуры, см a1 5.5 a2 8.5 a3 5.5 </div> <div> <input checked="" type="checkbox"/> Расчет по предельным состояниям II группы Трещина продолжительного раскрытия, мм 0.3 Трещина непродолжительного раскрытия, мм 0.4 <input type="radio"/> Шаг арматурных стержней, мм <input checked="" type="radio"/> Диаметр арматурных стержней 28 </div> <div> Длина элемента, Расчетные длины Длина элемента 0 м <input type="radio"/> Расчетная длина LY 0 <input checked="" type="radio"/> Коэффициент LZ 0 </div>									
<div>Расчет</div> <div> Точность предварит. расчета, % 20 Точность основного расчета, % 1 Максимальный % армирования 10 </div> <div> <input type="checkbox"/> Учитывать конструктивные требования <input checked="" type="checkbox"/> Выделять угловые арматурные стержни <input type="checkbox"/> Располагать боковую арматуру в полке <input type="checkbox"/> Учитывать совместное действие усилий <input type="checkbox"/> Учитывать многоконтурность <input type="checkbox"/> Учитывать поправки к п.3.52 Пособия к СП 52-101-2003 </div> <div> Расстояние к ц.т. арматуры, см a1 4 a2 4 a3 4 </div> <div> <input checked="" type="checkbox"/> Расчет по предельным состояниям II группы Трещина продолжительного раскрытия, мм 0.3 Трещина непродолжительного раскрытия, мм 0.4 <input type="radio"/> Шаг арматурных стержней, мм <input checked="" type="radio"/> Диаметр арматурных стержней 20 </div> <div> Длина элемента, Расчетные длины Длина элемента 3 м <input type="radio"/> Расчетная длина LY 1 <input checked="" type="radio"/> Коэффициент LZ 1 </div>									
<div>Расчет</div> <div> Точность предварит. расчета, % 20 Точность основного расчета, % 1 Максимальный % армирования 10 </div> <div> <input type="checkbox"/> Учитывать конструктивные требования <input checked="" type="checkbox"/> Выделять угловые арматурные стержни <input type="checkbox"/> Располагать боковую арматуру в полке <input type="checkbox"/> Учитывать совместное действие усилий <input type="checkbox"/> Учитывать многоконтурность <input type="checkbox"/> Учитывать поправки к п.3.52 Пособия к СП 52-101-2003 </div> <div> Расстояние к ц.т. арматуры, см a1 4.5 a2 4.5 a3 4.5 </div> <div> <input checked="" type="checkbox"/> Расчет по предельным состояниям II группы Трещина продолжительного раскрытия, мм 0.3 Трещина непродолжительного раскрытия, мм 0.4 <input type="radio"/> Шаг арматурных стержней, мм <input checked="" type="radio"/> Диаметр арматурных стержней 25 </div> <div> Длина элемента, Расчетные длины Длина элемента 0 м <input type="radio"/> Расчетная длина LY 1 <input checked="" type="radio"/> Коэффициент LZ 1 </div>									
<div>Расчет</div> <div> Точность предварит. расчета, % 20 Точность основного расчета, % 1 Максимальный % армирования 10 </div> <div> <input type="checkbox"/> Учитывать конструктивные требования <input type="checkbox"/> Выделять угловые арматурные стержни <input type="checkbox"/> Располагать боковую арматуру в полке <input type="checkbox"/> Учитывать совместное действие усилий <input type="checkbox"/> Учитывать многоконтурность <input type="checkbox"/> Учитывать поправки к п.3.52 Пособия к СП 52-101-2003 </div> <div> Расстояние к ц.т. арматуры, см a1 5.5 a2 11 a3 5.5 </div> <div> <input checked="" type="checkbox"/> Расчет по предельным состояниям II группы Трещина продолжительного раскрытия, мм 0.3 Трещина непродолжительного раскрытия, мм 0.4 <input type="radio"/> Шаг арматурных стержней, мм <input checked="" type="radio"/> Диаметр арматурных стержней 28 </div> <div> Длина элемента, Расчетные длины Длина элемента 0 м <input type="radio"/> Расчетная длина LY 0 <input checked="" type="radio"/> Коэффициент LZ 0 </div>									

Рис. 7.2 Параметры конструирования "Тип"

СП 63.13330.2012	СП 63.13330.2012	СП 63.13330.2012	СП 63.13330.2012	СП 63.13330.2012																																																																						
Название	Название	Название	Название	Название																																																																						
Стены сборные	Плиты сборные	Верт для прод изгиба	Верт для прод изгиба (e=14)	Верт для прод изгиба (e=24)																																																																						
Класс бетона B25	Класс бетона B20	Класс бетона B25	Класс бетона B25	Класс бетона B25																																																																						
Вид бетона тяжелый	Вид бетона тяжелый	Вид бетона тяжелый	Вид бетона тяжелый	Вид бетона тяжелый																																																																						
Марка легкого бетона по средней плотности 2000	Марка легкого бетона по средней плотности 2000	Марка легкого бетона по средней плотности 2000	Марка легкого бетона по средней плотности 2000	Марка легкого бетона по средней плотности 2000																																																																						
Коэффициенты условий работы γ_{b2} 1 γ_{b3} 0.85 γ_{b5} 1	Коэффициенты условий работы γ_{b2} 1 γ_{b3} 0.85 γ_{b5} 1	Коэффициенты условий работы γ_{b2} 1 γ_{b3} 0.85 γ_{b5} 1	Коэффициенты условий работы γ_{b2} 1 γ_{b3} 0.85 γ_{b5} 1	Коэффициенты условий работы γ_{b2} 1 γ_{b3} 0.85 γ_{b5} 1																																																																						
Относительная влажность воздуха, 80	Относительная влажность воздуха, 80	Относительная влажность воздуха, 80	Относительная влажность воздуха, 80	Относительная влажность воздуха, 80																																																																						
Диаграмма напряжение-деформация 3-х линейная диаграмма состояния скат	Диаграмма напряжение-деформация 3-х линейная диаграмма состояния скат	Диаграмма напряжение-деформация 3-х линейная диаграмма состояния скат	Диаграмма напряжение-деформация 3-х линейная диаграмма состояния скат	Диаграмма напряжение-деформация 3-х линейная диаграмма состояния скат																																																																						
Случайные эксцентриситеты	Случайные эксцентриситеты	Случайные эксцентриситеты	Случайные эксцентриситеты	Случайные эксцентриситеты																																																																						
По высоте сечения EY 0 см	По высоте сечения EY 0 см	По высоте сечения EY 1 см	По высоте сечения EY 1.4 см	По высоте сечения EY 2.4 см																																																																						
По ширине сечения EZ 0 см	По ширине сечения EZ 0 см	По ширине сечения EZ 1 см	По ширине сечения EZ 1.4 см	По ширине сечения EZ 2.4 см																																																																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>B25 (МПа)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Eb</td><td>30000.00</td></tr> <tr><td>Rbn</td><td>18.50</td></tr> <tr><td>Rbtn</td><td>1.55</td></tr> <tr><td>Rb</td><td>14.50</td></tr> <tr><td>Rbt</td><td>1.05</td></tr> <tr><td>Eps_b0 (*1000)</td><td>3.00</td></tr> </tbody> </table>		B25 (МПа)	Eb	30000.00	Rbn	18.50	Rbtn	1.55	Rb	14.50	Rbt	1.05	Eps_b0 (*1000)	3.00	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>B20 (МПа)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Eb</td><td>27500.00</td></tr> <tr><td>Rbn</td><td>15.00</td></tr> <tr><td>Rbtn</td><td>1.35</td></tr> <tr><td>Rb</td><td>11.50</td></tr> <tr><td>Rbt</td><td>0.90</td></tr> <tr><td>Eps_b0 (*1000)</td><td>3.00</td></tr> </tbody> </table>		B20 (МПа)	Eb	27500.00	Rbn	15.00	Rbtn	1.35	Rb	11.50	Rbt	0.90	Eps_b0 (*1000)	3.00	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>B25 (МПа)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Eb</td><td>30000.00</td></tr> <tr><td>Rbn</td><td>18.50</td></tr> <tr><td>Rbtn</td><td>1.55</td></tr> <tr><td>Rb</td><td>14.50</td></tr> <tr><td>Rbt</td><td>1.05</td></tr> <tr><td>Eps_b0 (*1000)</td><td>3.00</td></tr> </tbody> </table>		B25 (МПа)	Eb	30000.00	Rbn	18.50	Rbtn	1.55	Rb	14.50	Rbt	1.05	Eps_b0 (*1000)	3.00	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>B25 (МПа)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Eb</td><td>30000.00</td></tr> <tr><td>Rbn</td><td>18.50</td></tr> <tr><td>Rbtn</td><td>1.55</td></tr> <tr><td>Rb</td><td>14.50</td></tr> <tr><td>Rbt</td><td>1.05</td></tr> <tr><td>Eps_b0 (*1000)</td><td>3.00</td></tr> </tbody> </table>		B25 (МПа)	Eb	30000.00	Rbn	18.50	Rbtn	1.55	Rb	14.50	Rbt	1.05	Eps_b0 (*1000)	3.00	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>B25 (МПа)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Eb</td><td>30000.00</td></tr> <tr><td>Rbn</td><td>18.50</td></tr> <tr><td>Rbtn</td><td>1.55</td></tr> <tr><td>Rb</td><td>14.50</td></tr> <tr><td>Rbt</td><td>1.05</td></tr> <tr><td>Eps_b0 (*1000)</td><td>3.00</td></tr> </tbody> </table>		B25 (МПа)	Eb	30000.00	Rbn	18.50	Rbtn	1.55	Rb	14.50	Rbt	1.05	Eps_b0 (*1000)	3.00
	B25 (МПа)																																																																									
Eb	30000.00																																																																									
Rbn	18.50																																																																									
Rbtn	1.55																																																																									
Rb	14.50																																																																									
Rbt	1.05																																																																									
Eps_b0 (*1000)	3.00																																																																									
	B20 (МПа)																																																																									
Eb	27500.00																																																																									
Rbn	15.00																																																																									
Rbtn	1.35																																																																									
Rb	11.50																																																																									
Rbt	0.90																																																																									
Eps_b0 (*1000)	3.00																																																																									
	B25 (МПа)																																																																									
Eb	30000.00																																																																									
Rbn	18.50																																																																									
Rbtn	1.55																																																																									
Rb	14.50																																																																									
Rbt	1.05																																																																									
Eps_b0 (*1000)	3.00																																																																									
	B25 (МПа)																																																																									
Eb	30000.00																																																																									
Rbn	18.50																																																																									
Rbtn	1.55																																																																									
Rb	14.50																																																																									
Rbt	1.05																																																																									
Eps_b0 (*1000)	3.00																																																																									
	B25 (МПа)																																																																									
Eb	30000.00																																																																									
Rbn	18.50																																																																									
Rbtn	1.55																																																																									
Rb	14.50																																																																									
Rbt	1.05																																																																									
Eps_b0 (*1000)	3.00																																																																									

Рис. 7.3 Параметры конструирования "Бетон" и "Арматура"

Чтение результатов подбора арматуры для стержней

Результаты подбора арматуры для стержней заносятся в три строки:

СТРОКА 1 - полная арматура в сечении;

СТРОКА 2 – арматура, подобранная по I группе предельных состояний;

СТРОКА 3 - арматура обусловленная кручением (отмечена знаком '*').

* Поперечная арматура от кручения – площадь сечения замкнутого внешнего хомута.

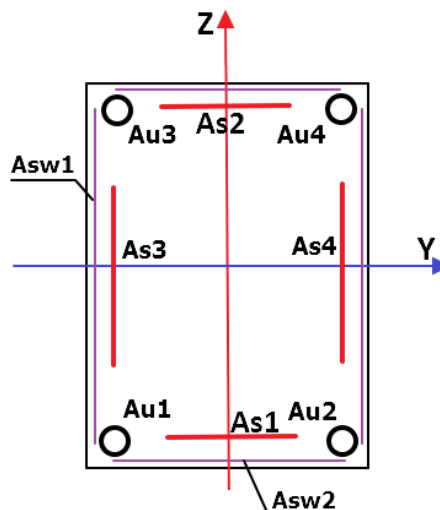
Структура строки результатов:

ЭЛЕМЕНТ - номер элемента в расчетной схеме;

СЕЧЕНИЕ - номер армируемого сечения стержневого элемента. С/Н симметричное и несимметричное армирование. Знаком * отмечена арматура обусловленная кручением.

ПРОДОЛЬНАЯ АРМАТУРА - площади подобранной продольной арматуры (см²) и процент армирования.

Схема расположения арматуры в привязке к местным осям стержня:



AU1 - площадь угловой нижней продольной арматуры (в левом нижнем угле сечения – против осей Z1 и Y1);

AU2 - площадь угловой нижней продольной арматуры (в правом нижнем угле сечения – против оси Z1 и по направлению оси Y1);

AU3 - площадь угловой верхней продольной арматуры (в левом верхнем угле сечения – против оси Y1 и по направлению оси Z1);

AU4 - площадь угловой верхней продольной арматуры (в правом верхнем угле сечения – по направлению осей Z1 и Y1);

AS1 - площадь нижней продольной арматуры (нижняя грань против направления оси Z1);

AS2 - площадь верхней продольной арматуры (верхняя грань по направлению оси Z1);

AS3 - площадь боковой продольной арматуры (левая грань против направления оси Y1);

AS4 - площадь боковой продольной арматуры (правая грань по направлению оси Y1).

ПОПЕРЕЧНАЯ АРМАТУРА - площади поперечной арматуры.

ASW1 - вертикальная поперечная арматура (вдоль оси Z1);

ASW2 - горизонтальная поперечная арматура (вдоль оси Y1);

ШИРИНА РАСКРЫТИЯ ТРЕЩИН - ширина кратковременного и длительного раскрытия трещин (мм).

Чтение результатов подбора арматуры для пластин

Структура строки результатов

ЭЛЕМЕНТ - номер элемента в расчетной схеме;

ПРОДОЛЬНАЯ АРМАТУРА - площади подобранной продольной арматуры.

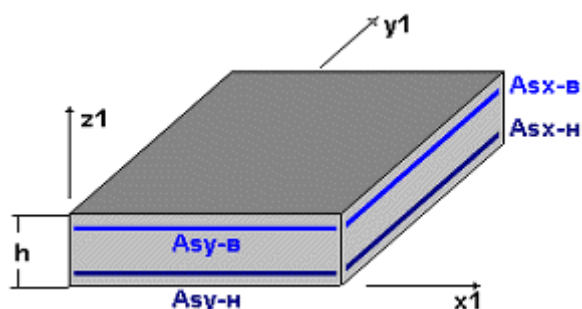


Схема расположения продольной арматуры плит и оболочек.

AS1 - площадь нижней (для балок-стенок посередине) арматуры по направлению X ($\text{см}^2/\text{пм}$);

AS2 - площадь верхней арматуры по направлению X ($\text{см}^2/\text{пм}$);

AS3 - площадь нижней (для балок-стенок посередине) арматуры по направлению Y ($\text{см}^2/\text{пм}$);

AS4 - площадь верхней арматуры по направлению Y ($\text{см}^2/\text{пм}$);

ПОПЕРЕЧНАЯ АРМАТУРА - площади поперечной арматуры :

ASW1 - поперечная арматура по направлению X ($\text{см}^2/\text{пм}$);

ASW2 - поперечная арматура по направлению Y ($\text{см}^2/\text{пм}$);

Примечания.

При отметке флажка Подбирать поперечную арматуру на 1 кв.м в диалоговом окне Общие характеристики при задании параметров для ж/б конструкций поперечная арматура подбирается в расчете на 1 м^2 (Asw). Расчетный шаг поперечной арматуры принят равным 1 метру для облегчения перехода к произвольному шагу поперечной арматуры.

Реализованный в ЛИРЕ САПР вариант расчета на поперечную силу предполагает следующее:

- из каждого расчетного сечения стержня простираивается ряд наклонных сечений;
- проекция наклонного сечения С изменяется в пределах от h_0 до $2h_0$;
- перебором с изменением С на 10% вычисляются:

$$Q_b \rightarrow Q_{sw} = Q - Q_b \rightarrow q_{sw} = Q_{sw} / (C \cdot \phi_{sw}) \rightarrow (Asw/sw) = q_{sw} / R_{sw};$$

- за расчетное поперечное армирование принимается \max из полученных Asw/sw [$\text{см}^2/1.\text{м.п.}$] (Asw/sw – интенсивность поперечного армирования на 1 м.п.)

Для стержней чтобы перейти к конкретному диаметру арматуры следует задаться шагом sw, тогда $Asw = (Asw/sw) \cdot sw$. Зная Asw и количество срезов хомута в поперечном сечении n, площадь одного стержня $Asw,i = Asw/n [\text{см}^2]$.

Но также следует проверить достаточно ли при этом поперечного армирования на кручение:

Результаты подбора арматуры заносятся в две строки (для стержней может быть три):

- СТРОКА 1 - полная арматура, подобранная по I и II группам предельных состояний
- СТРОКА 2 - арматура подобранная по I группе предельных состояний
- СТРОКА 3 - арматура обусловленная кручением (для стержней и отмечена знаком '*')

Арматура на кручение должна быть обеспечена замкнутым хомутом, поэтому в строке 3 выводится площадь одного замкнутого хомута с различным шагом вдоль стержневого элемента. Т.е. нужно выбрать из строки 3 максимальное значение вертикальной (ASW1) и

горизонтальной (ASW2). У одной грани элемента площадь крайнего поперечного стержня $A_{sw,i}$ должна быть больше, чем требуется из расчета на кручение.

К примеру, получили результат:

Шаг ...	ASW1	ASW2
Полн...	8.80	3.24
Круч...	3.24	3.24

Т.е. $A_{sw1}/s_w = 8,8 \text{ см}^2 / 1 \text{ м.п.}$

Принимаем шаг $s_w = 0,2 \text{ м}$, тогда $A_{sw} = 8,8 * 0,2 = 1,76 \text{ см}^2$.

При 4 срезах хомута ($n=4$) $A_{sw,i} = 1,76 / 4 = 0,44 \text{ см}^2 \rightarrow d8A240C$ с $A_{sw,i} = 0,503 \text{ см}^2$.

Проверим достаточность поперечного армирования на кручение:

Арматура исходя из прочности на кручение: $A_{sw}^* = 3,24 * 0,2 = 0,648 \text{ см}^2 > A_{sw,i} = 0,503 \text{ см}^2$

Т.к. A_{sw}^* - арматура у одной грани, то окончательно принимаем хомут $d10A240C$ с $A_{sw,i} = 0,785 \text{ см}^2$.

Для пластин следует помнить, что результаты выводятся на 1п.м. ширины элемента, а площадь поперечного армирования получена при шаге стержней 100см (A_{sw}/s_w). Т.е. при определении диаметра стержня следует задаться шагом стержней вдоль наклонного сечения и поперек его (s_w и s_w^\perp).

Так, если требуемое поперечное армирование $100(\text{см}^2/1 \text{ м.п.})/1 \text{ м. ширины}$, шаг стержней в направлении наклонного сечения 0,06м, а в перпендикулярном 0,1м, то площадь одного стержня $A_{sw,i} = (100 * 0,06) * 0,1 = 0,6 \text{ см}^2$.

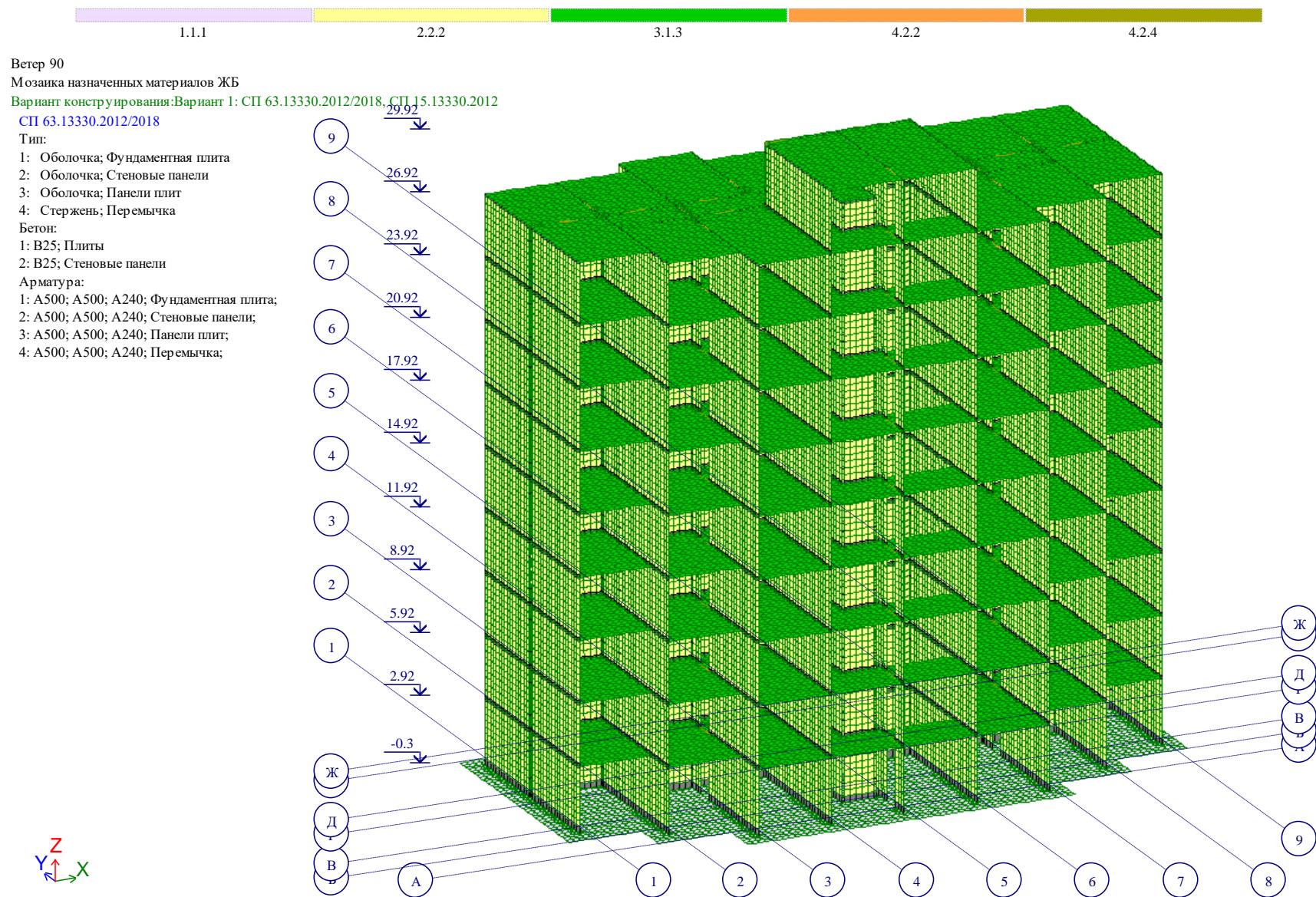


Рис. 7.4 Мозаика назначенных материалов ЖБ для всей схемы

Ветер 90

Мозаика назначенных материалов ЖБ

Вариант конструирования: Вариант 1: СП 63.13330.2012/2018, СП 15.13330.2012

СП 63.13330.2012/2018

Тип:

4: Стержень; Перемычка

Бетон:

2: В25; Стеновые панели

Арматура:

2: А500; А500; А240; Стеновые панели;

4: А500; А500; А240; Перемычка;

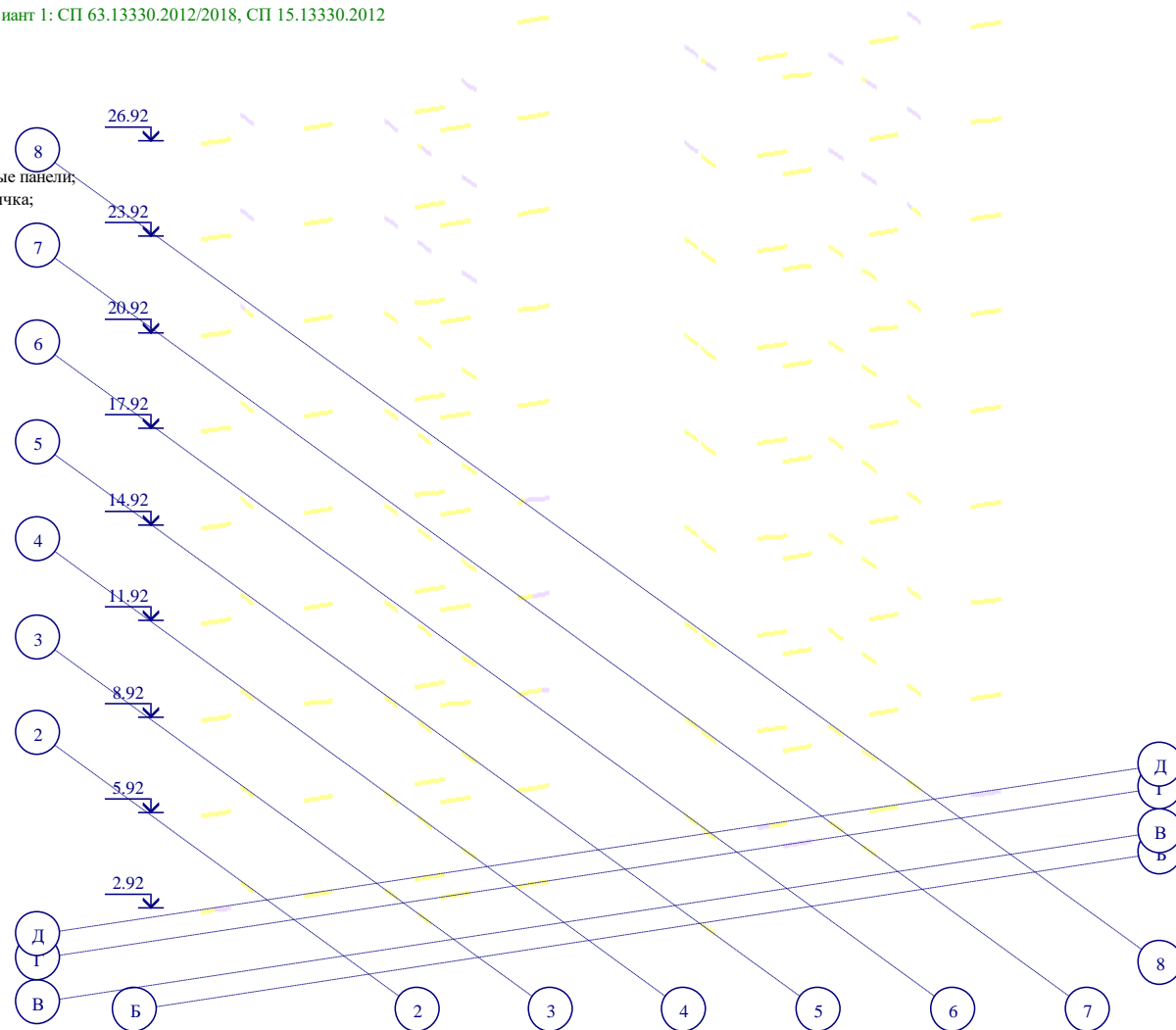


Рис. 7.5 Мозаика назначенных материалов ЖБ для перемычек

8 Результаты статического и динамического расчета

8.1 Фундаментная плита

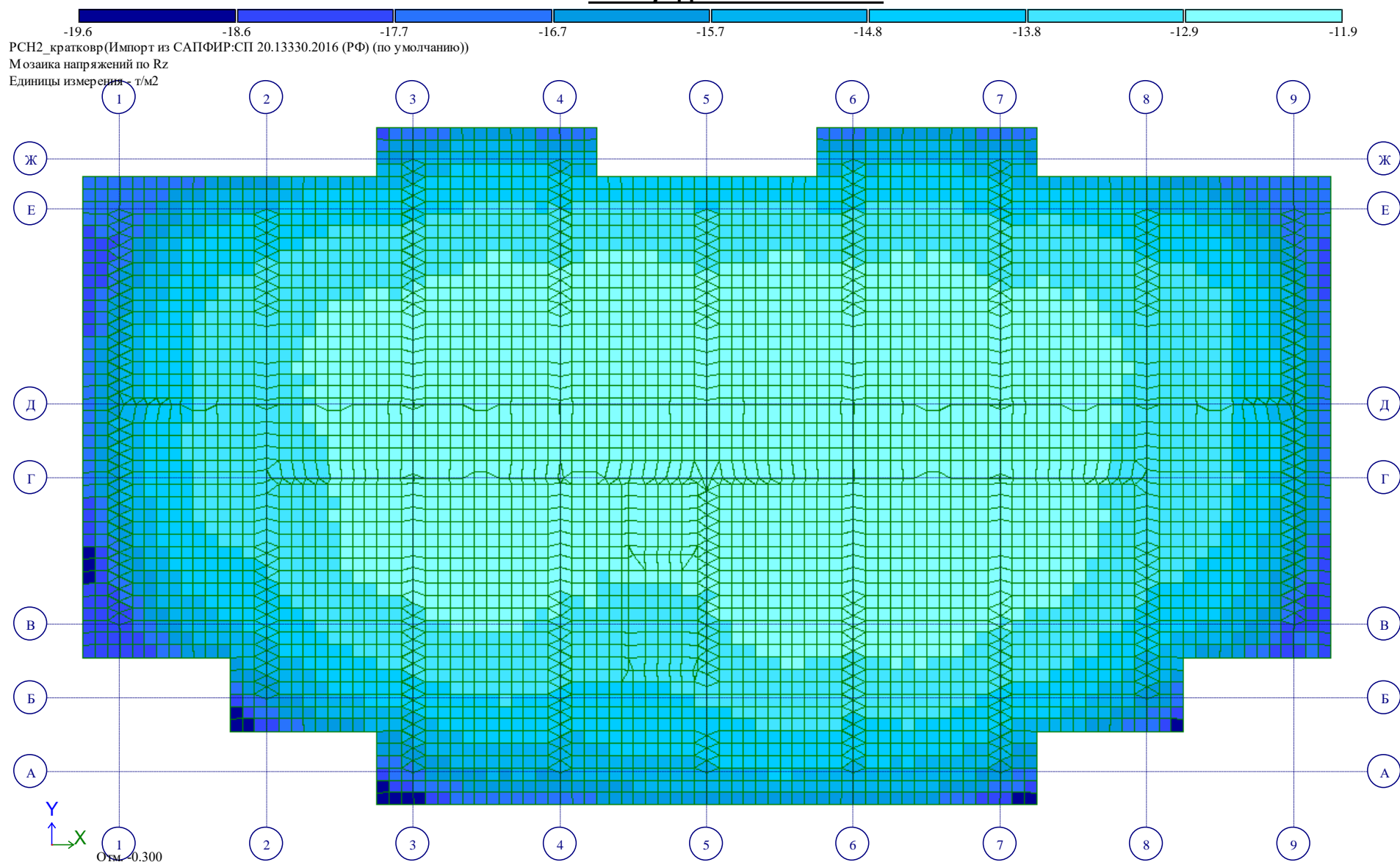


Рис. 8.1 Мозаика напряжений по Rz

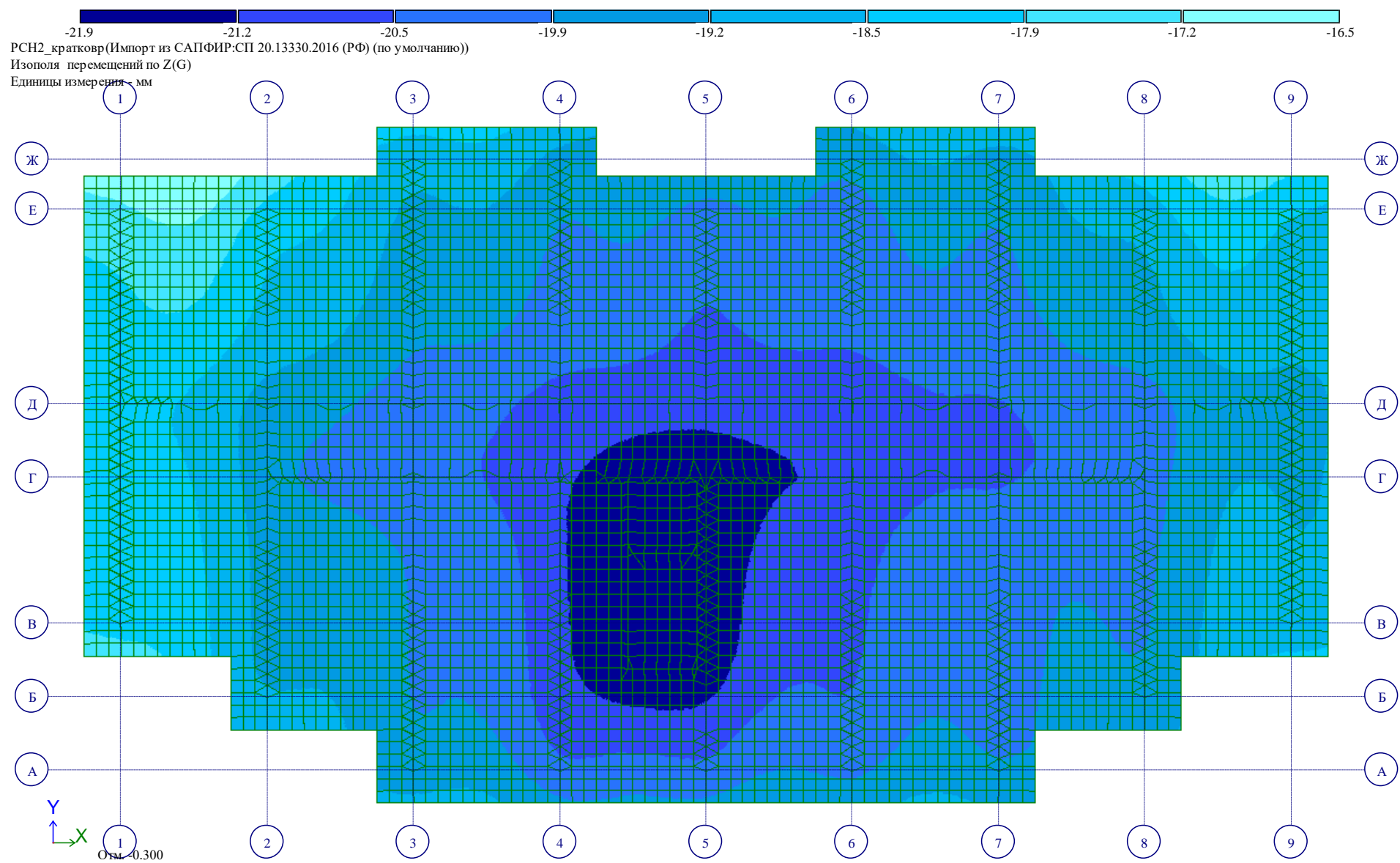


Рис. 8.2 Изополю перемещений по Z(G)

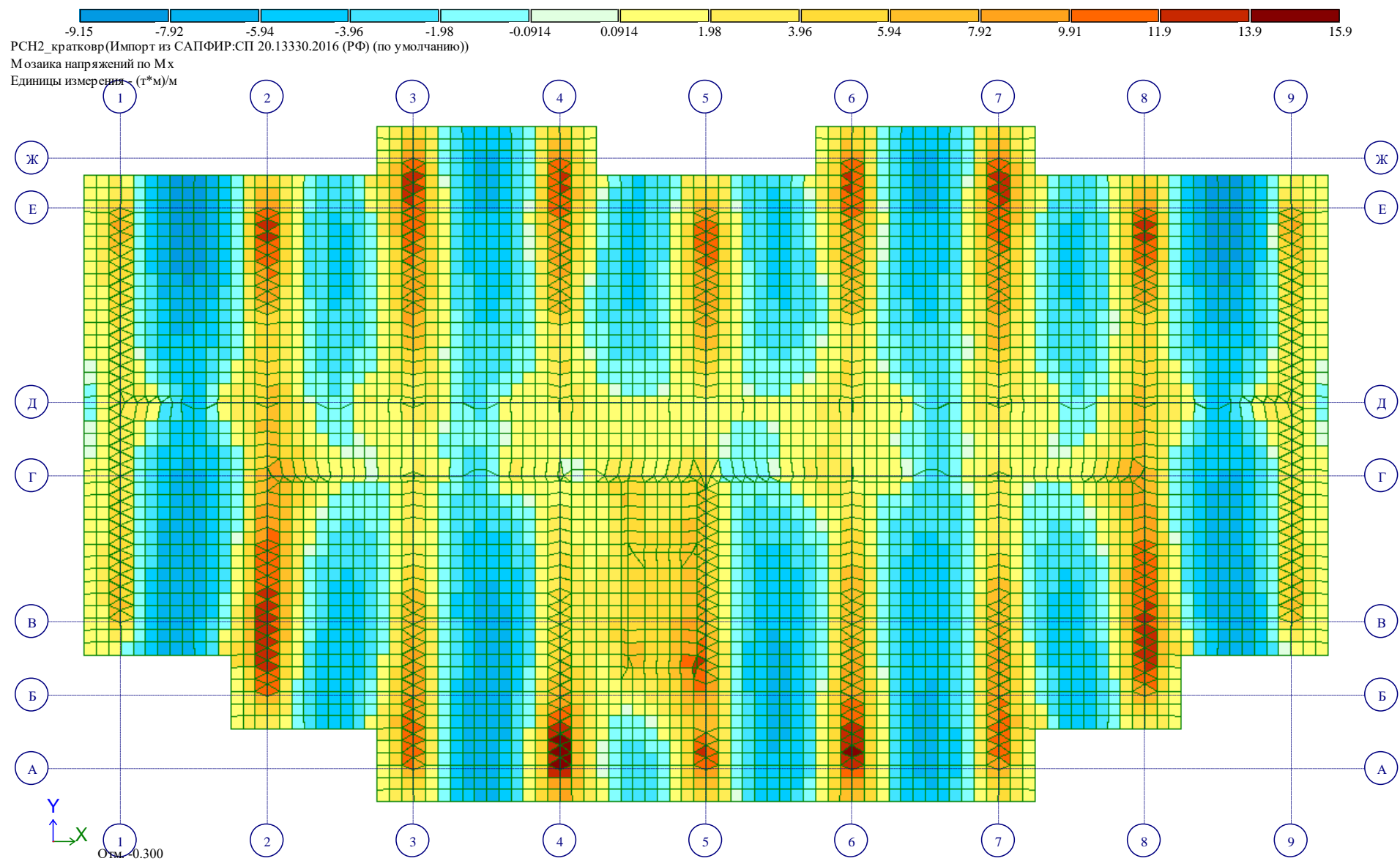


Рис. 8.3 Мозаика напряжений по Mx

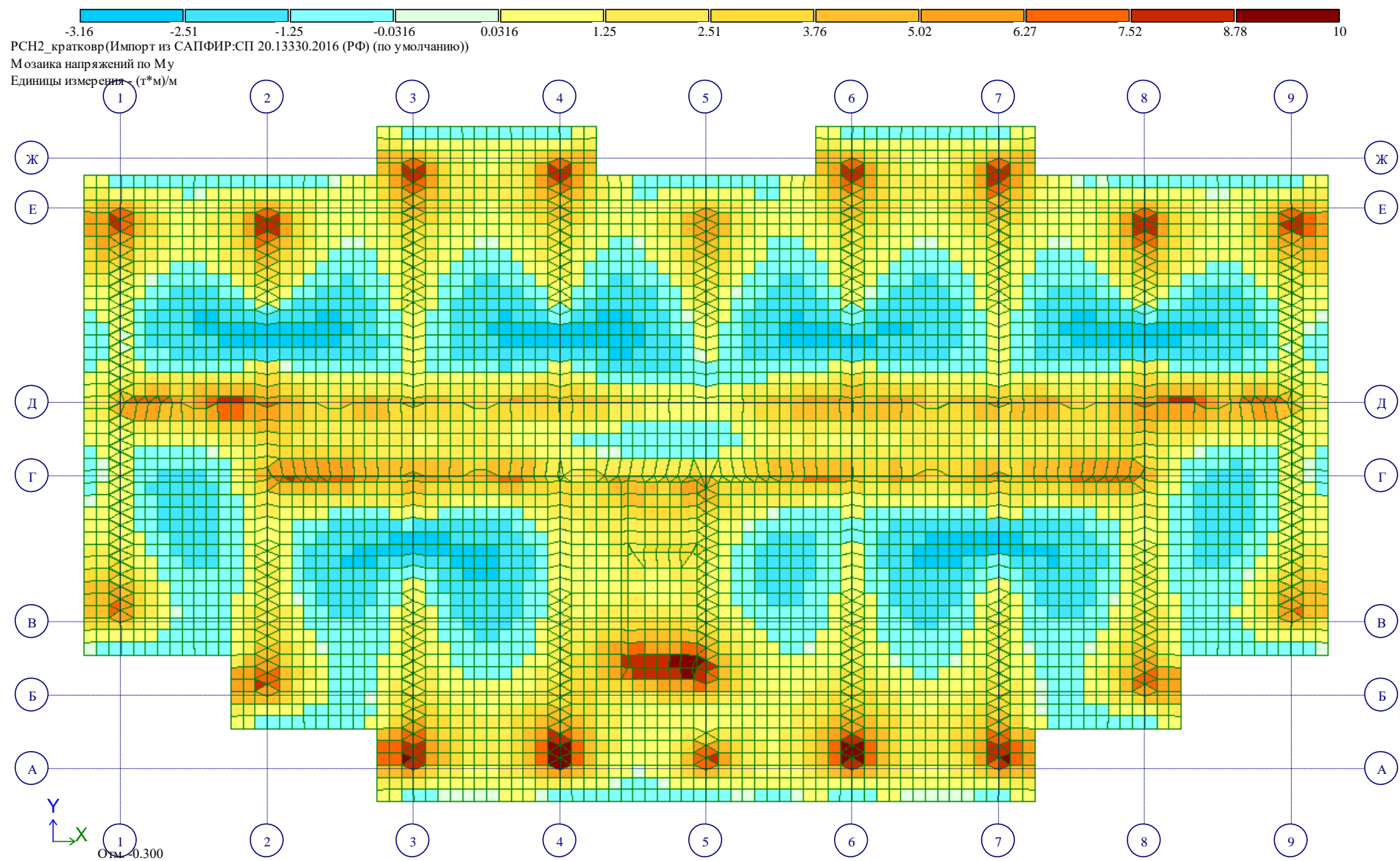


Рис. 8.4 Мозаика напряжений по M_y

8.2 Платформенные и контактные стыки

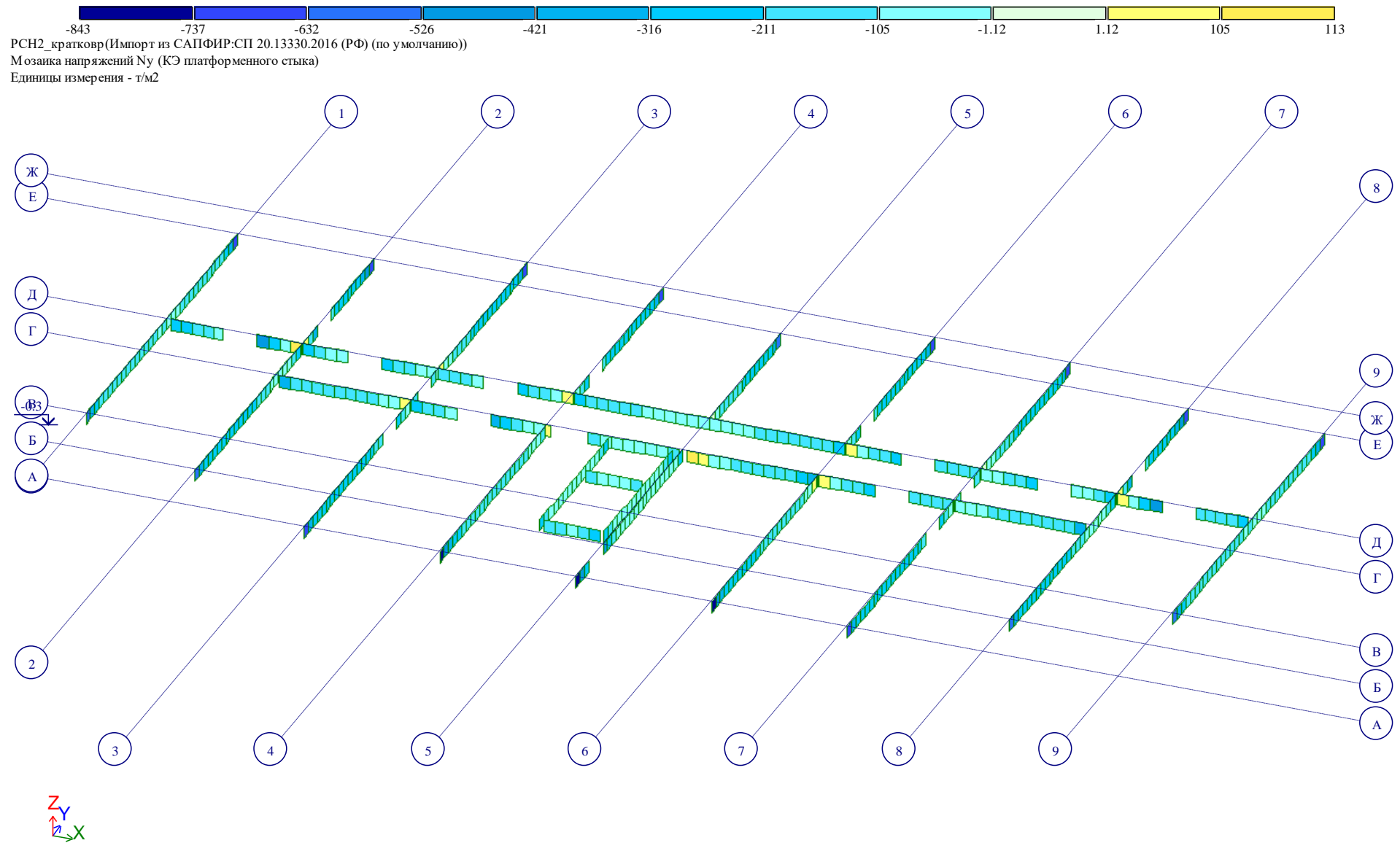


Рис. 8.5 Мозаика напряжений Ny (КЭ платформенного стыка)

Примечания:

- в данном случае рассматривается очень предварительная расчетная схема панельного здания (без учета нелинейного поведения стыков), еще раз подчеркнем - это не шаблон расчета панельного здания, а пример формирования книги отчетов;
- здесь <https://rfliira.ru/education/programs/> можно ознакомиться с программой курсов "Расчет панельных зданий с использованием ПК ЛИРА-САПР" и записаться.

8.3 Результаты от ветра

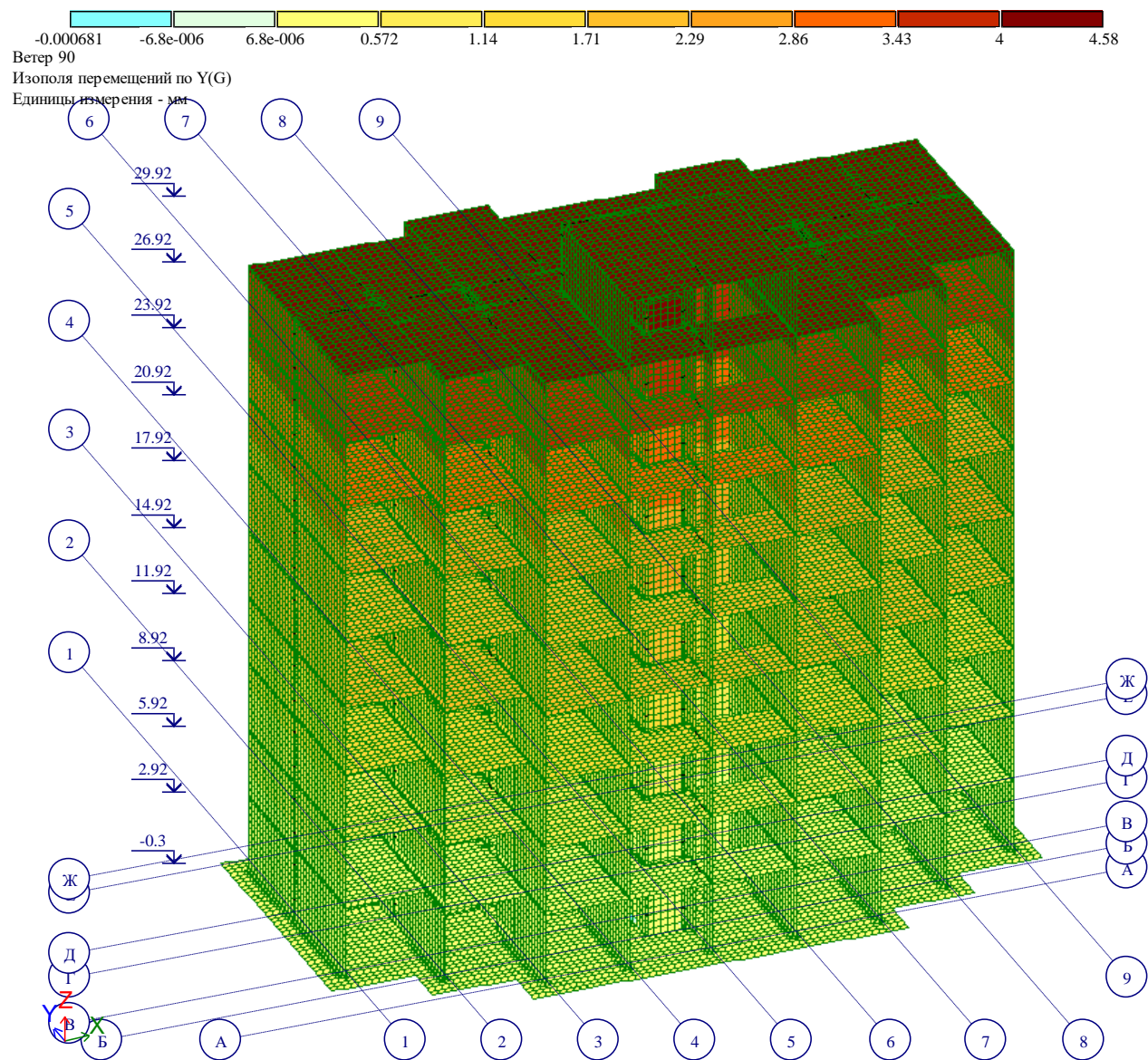


Рис. 8.6 Изополюс перемещений по Y(G) от среднего ветра

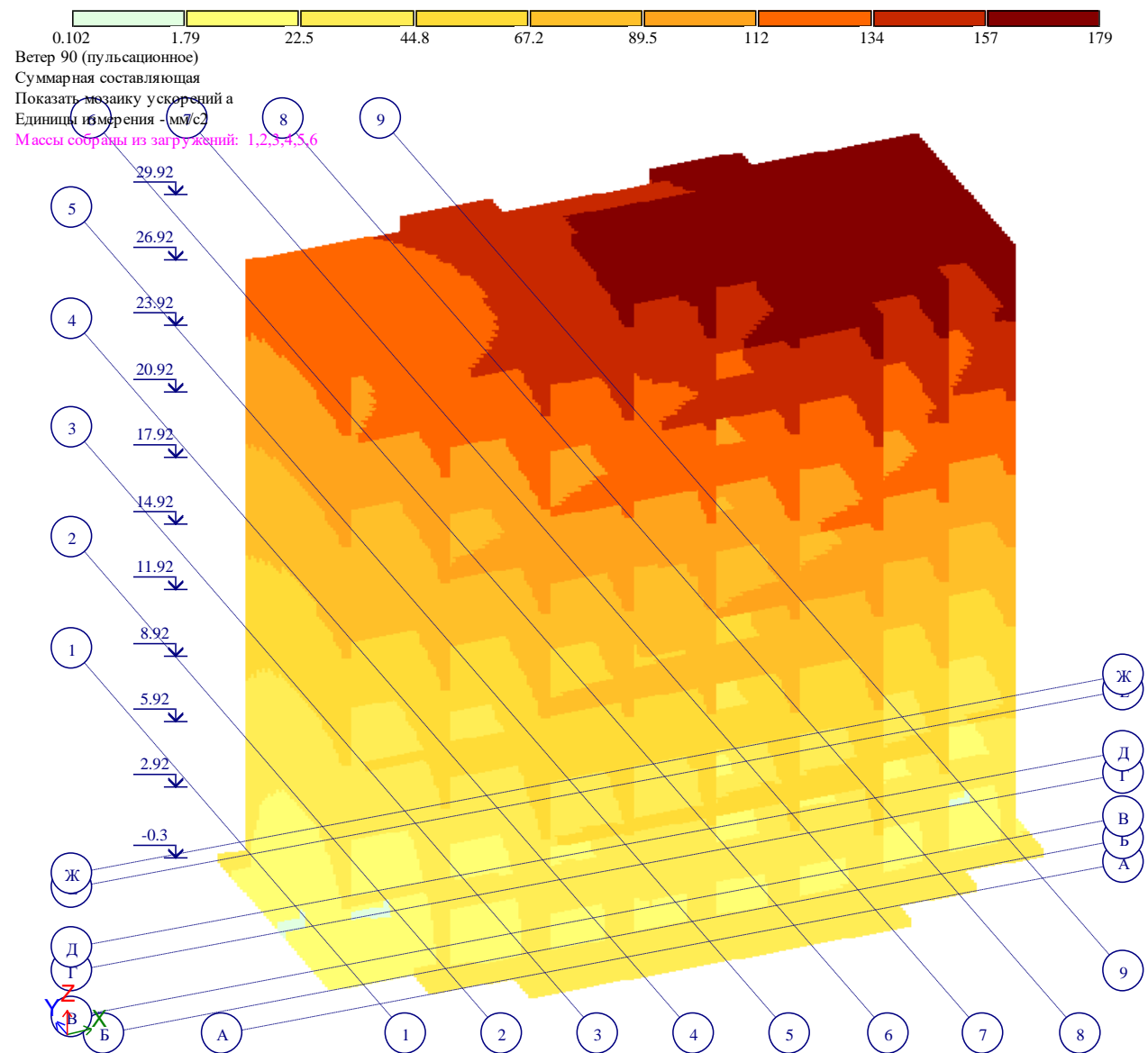


Рис. 8.7 Мозаика ускорений суммарная

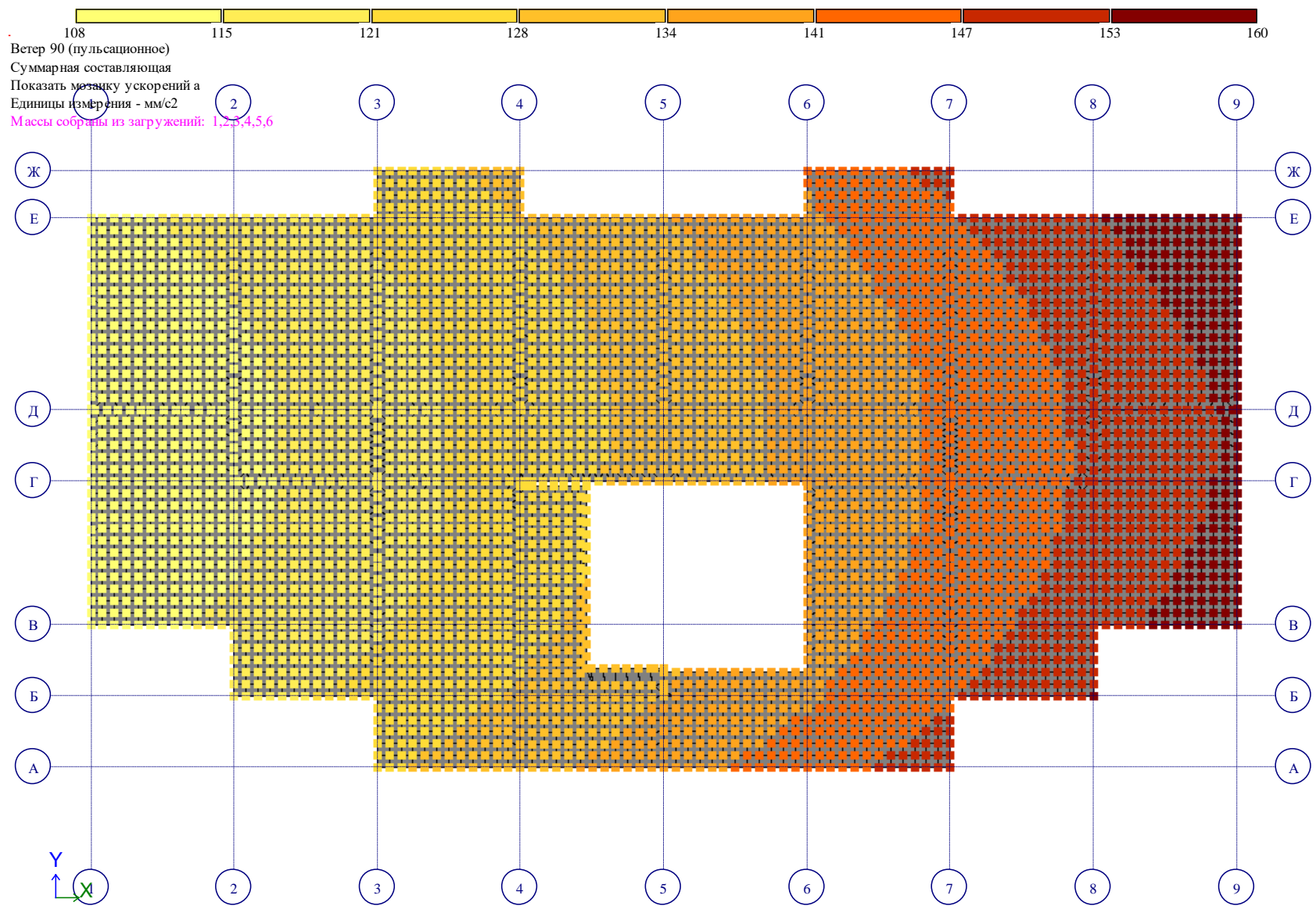


Рис. 8.8 Мозаика ускорений суммарная (для последнего жилого этажа)

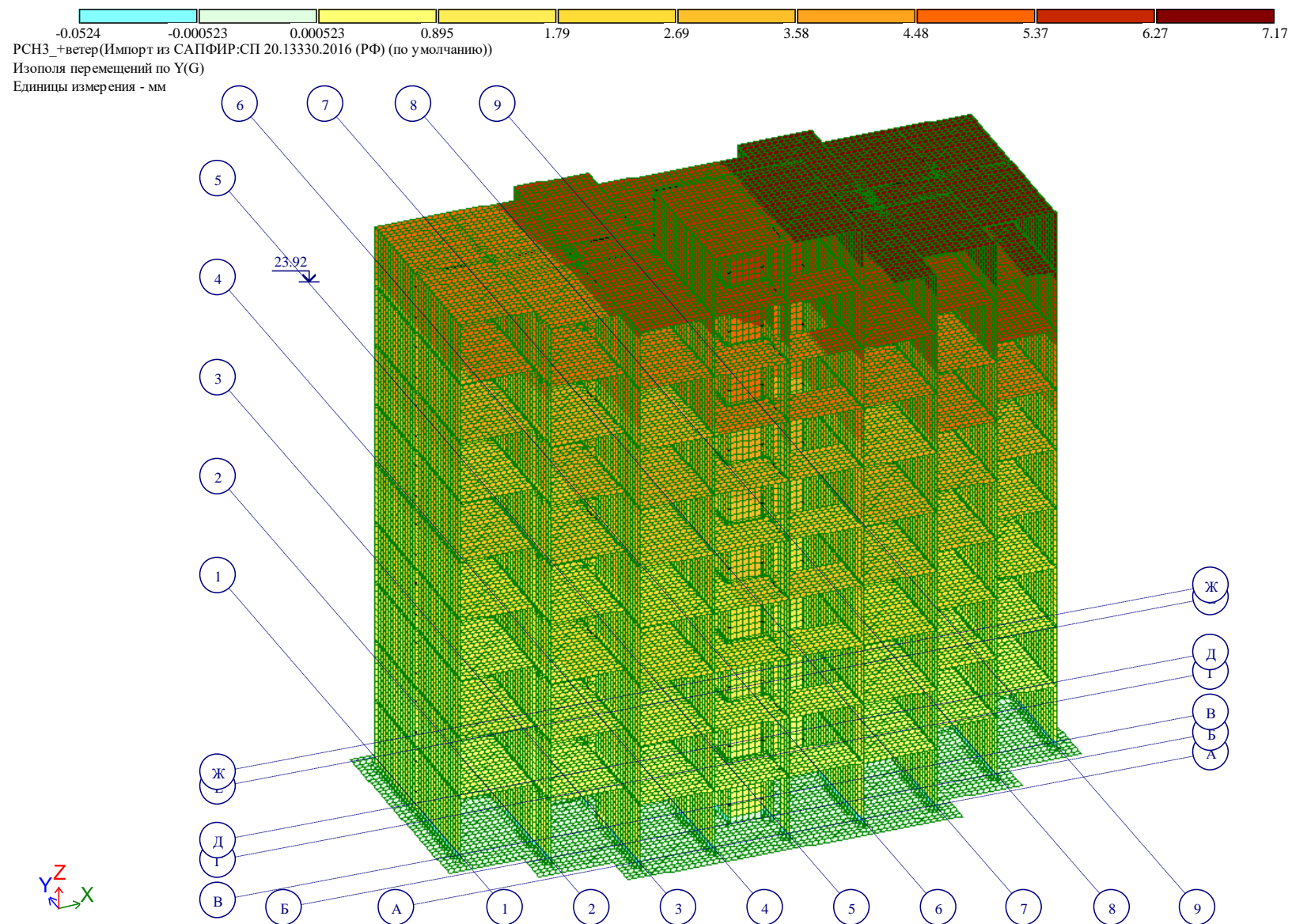


Рис. 8.9 Изополя перемещений по Y(G) от суммы вертикальных нагрузок и + ветер по Y

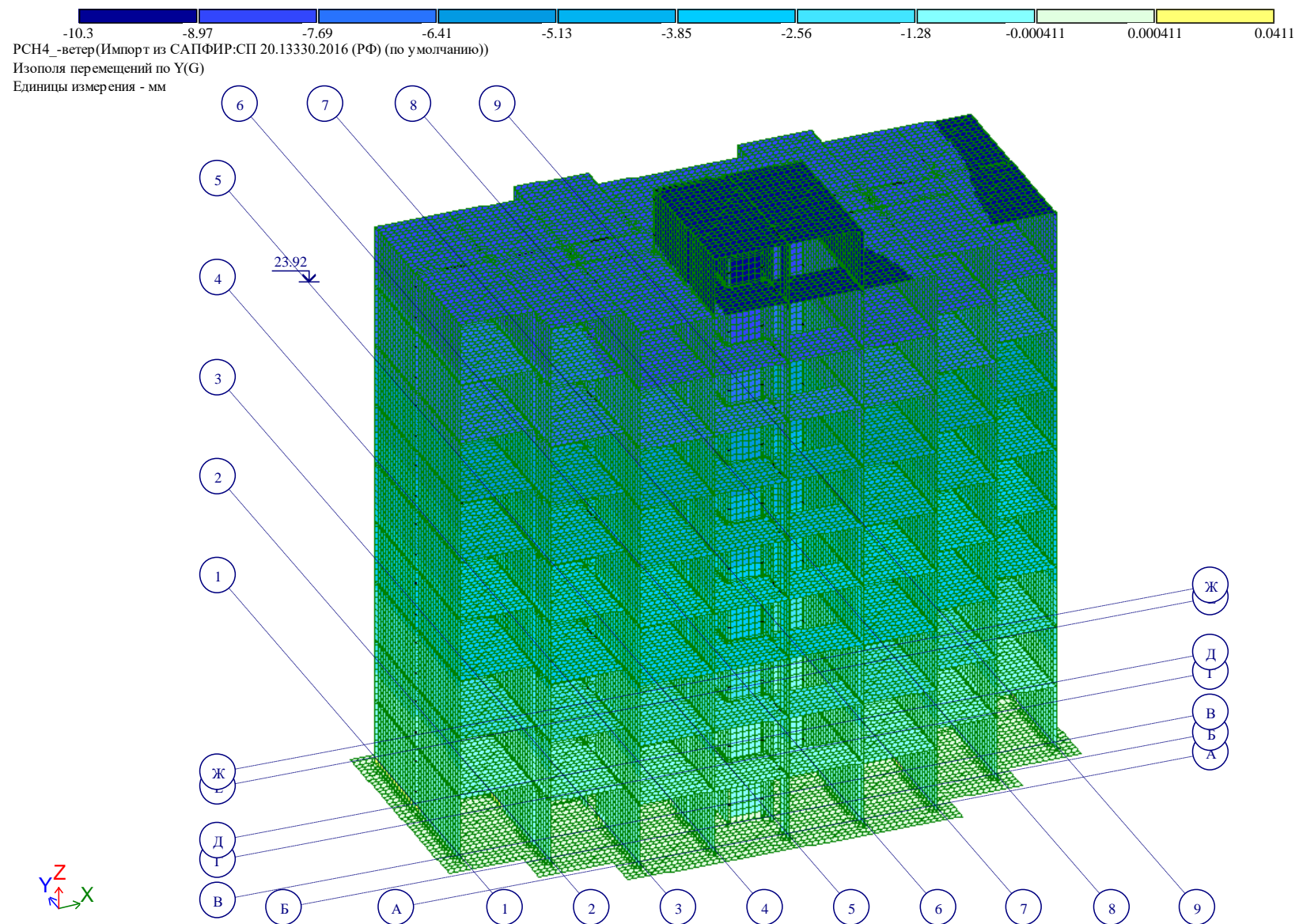


Рис. 8.10 Изополю перемещений по Y(G) от суммы вертикальных нагрузок и - ветер по Y

9 Определение несущей способности и проверка прочности горизонтальных стыков при сжатии

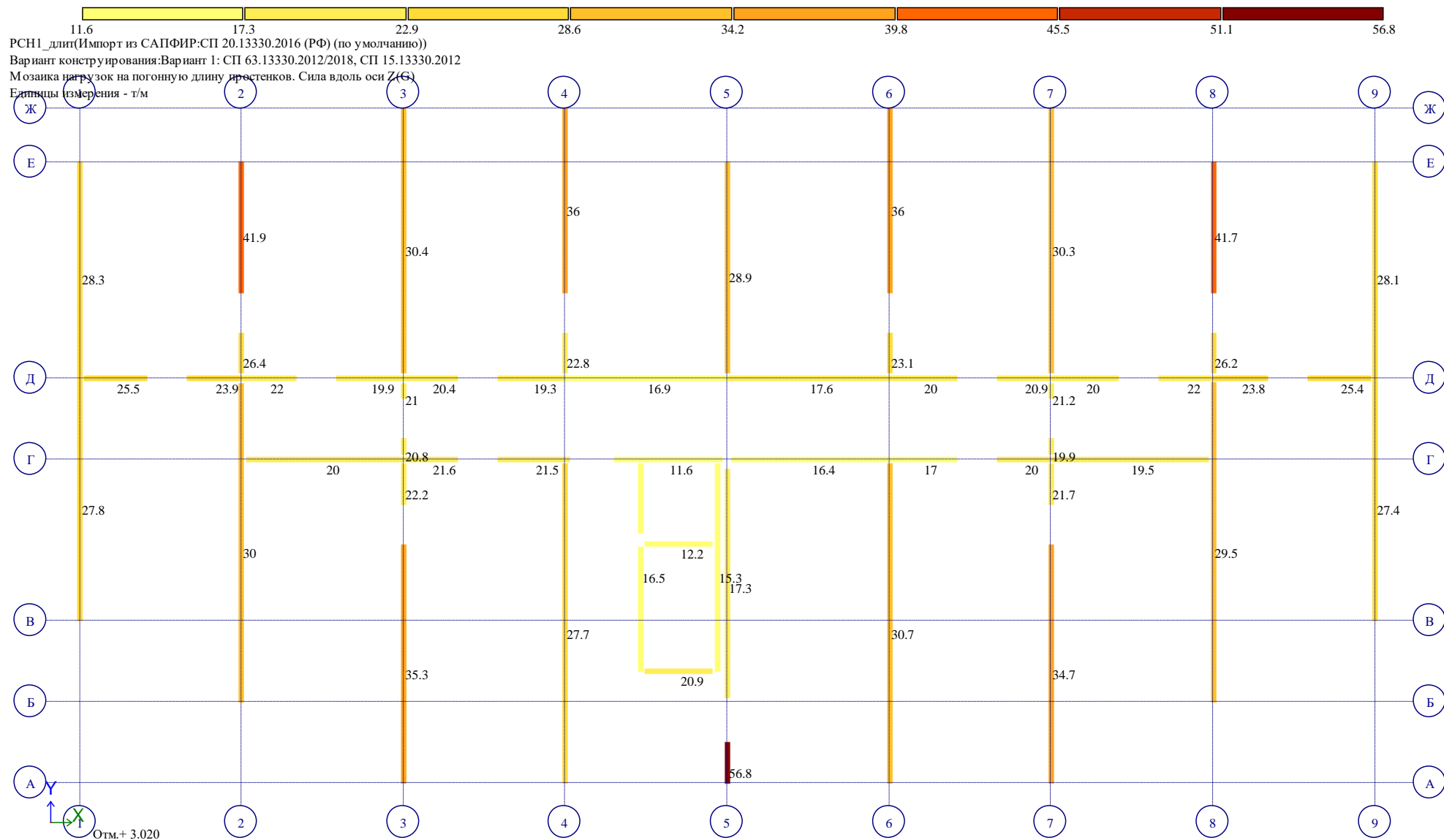


Рис. 9.1 Мозаика нагрузок на погонную длину простенков 1го этажа (длительная прочность)

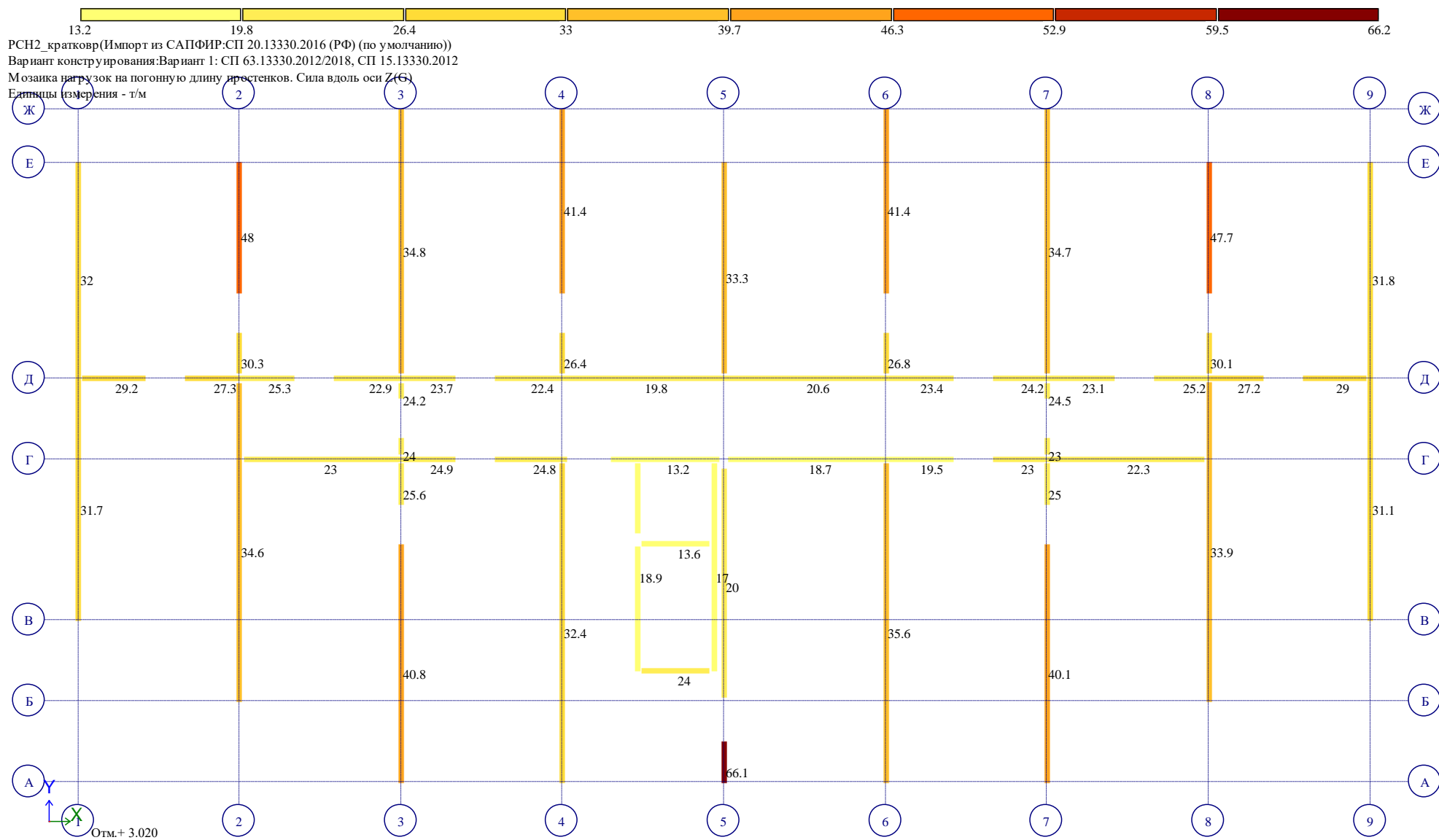


Рис. 9.2 Мозаика нагрузок на погонную длину простенков 1го этажа от статики (кратковременная прочность)

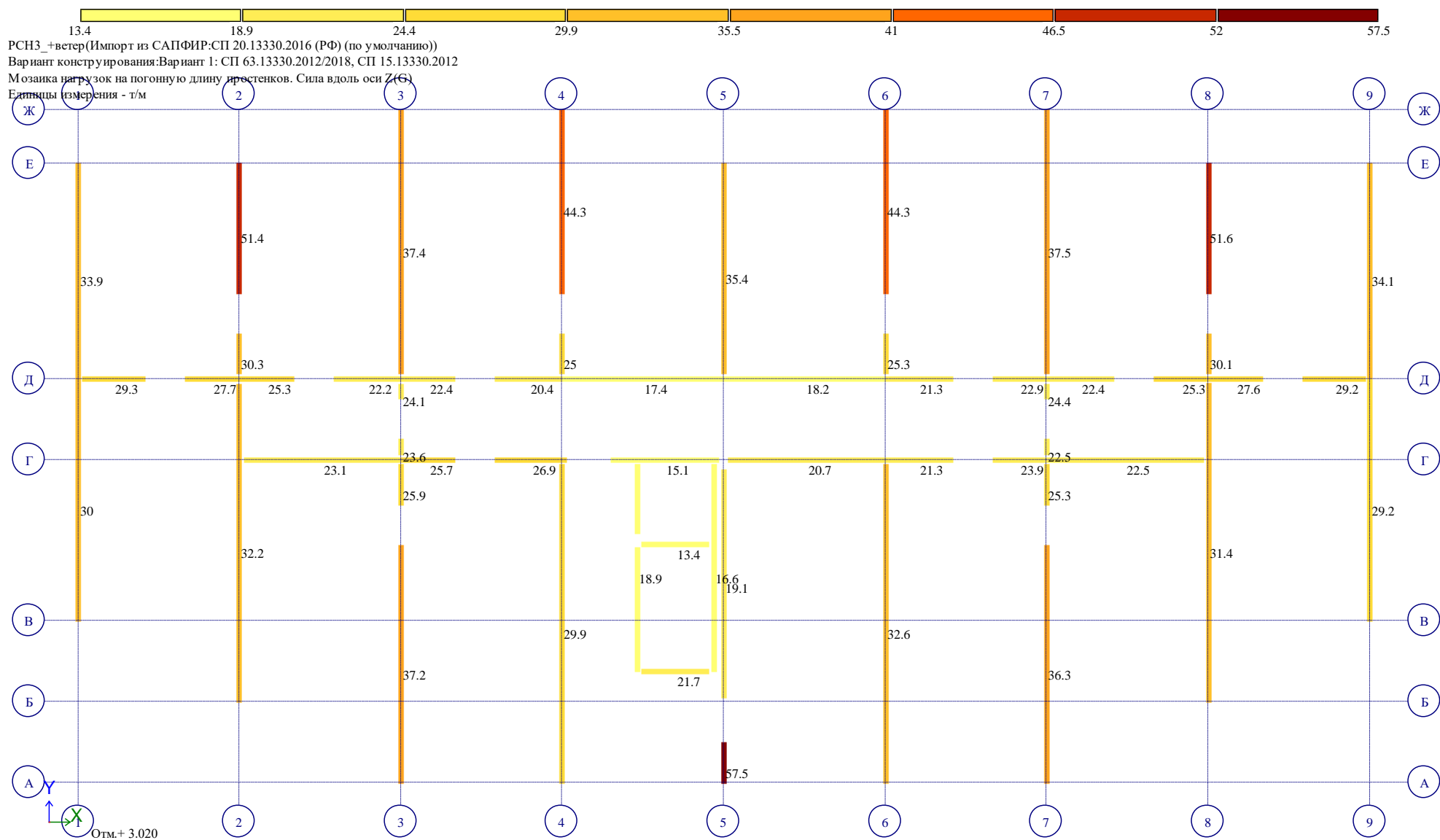


Рис. 9.3 Мозаика нагрузок на погонную длину простенков 1го этажа от статики+ветер (кратковременная прочность)

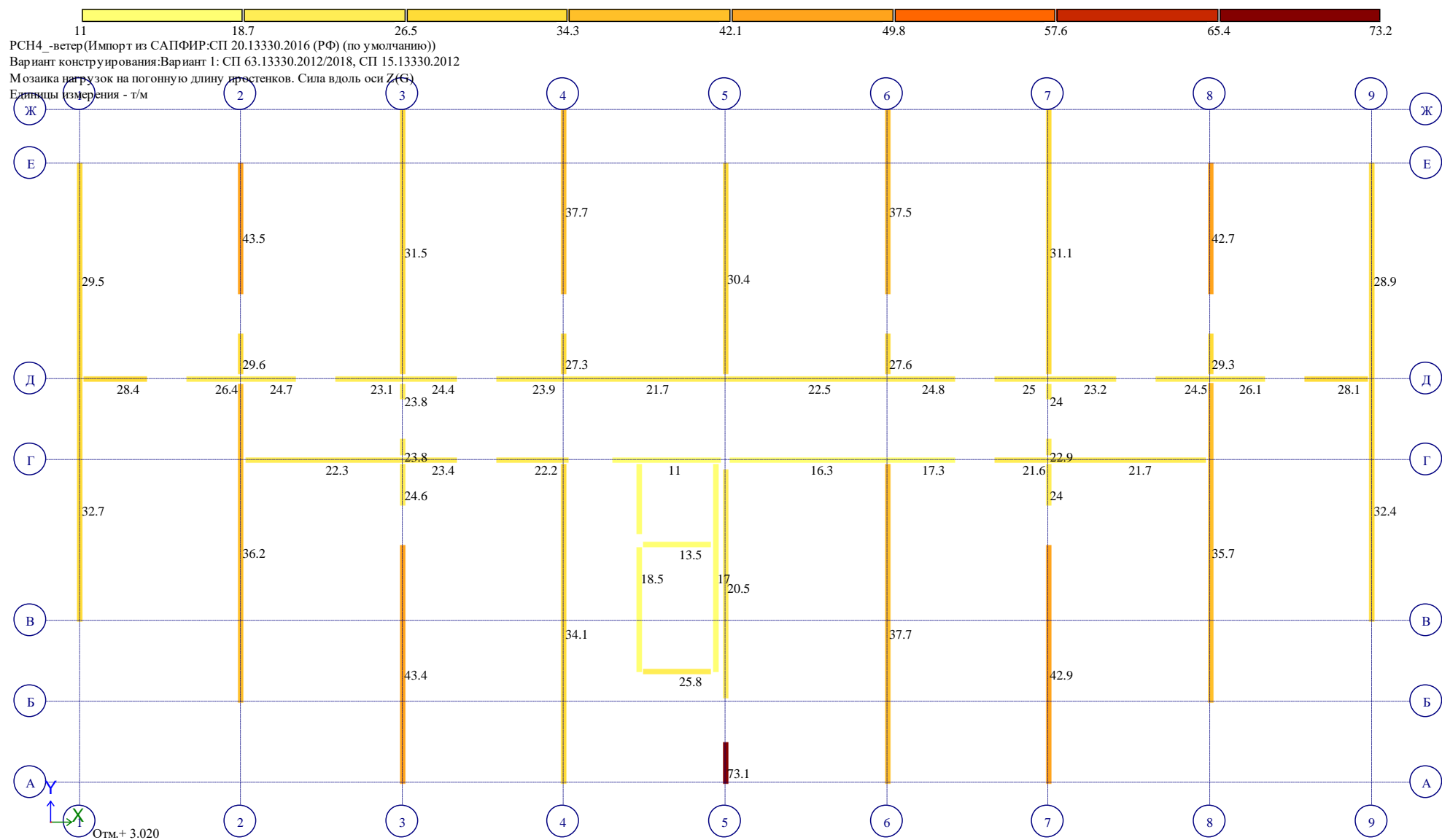
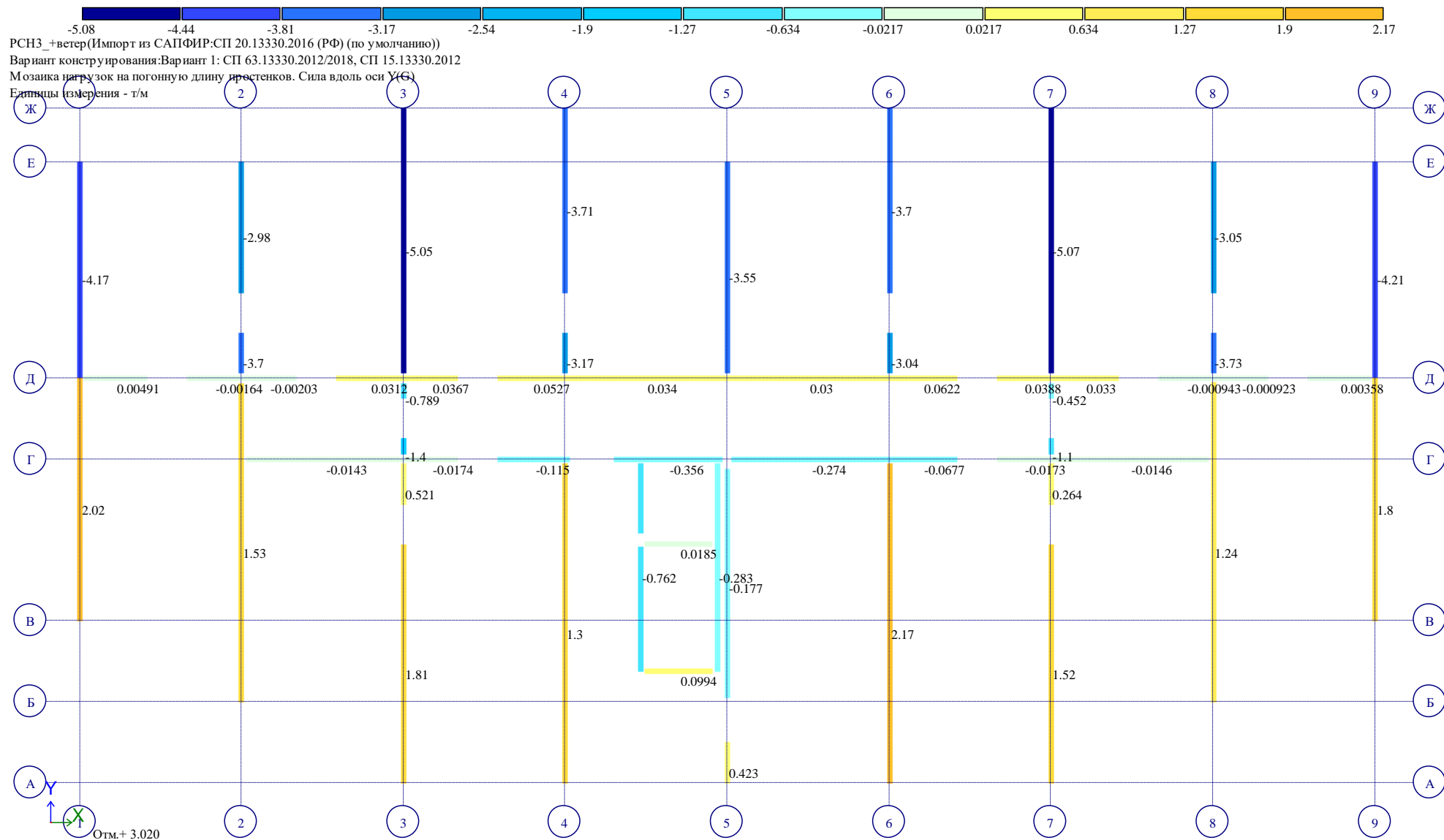


Рис. 9.4 Мозаика нагрузок на погонную длину простенков 1го этажа от статики-ветер (кратковременная прочность)

Здесь нужно добавить описание расчета несущей способности погонного метра длины платформенного и/или контактного стыков на сжатие (для кратковременных и длительных нагрузок)

10 Определение несущей способности и проверка прочности горизонтальных стыков на сдвиг



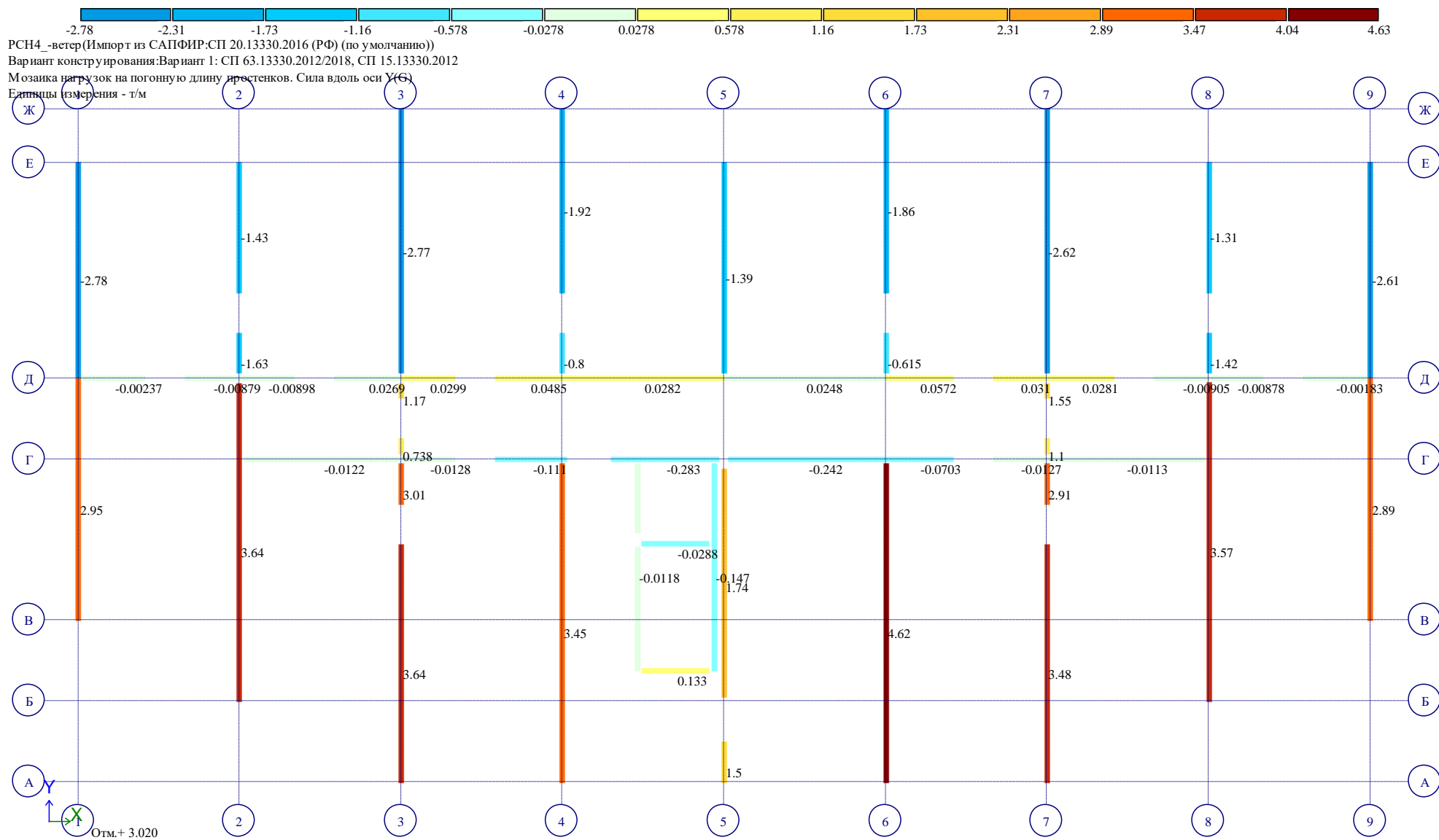


Рис. 10.2 Мозаика нагрузок на погонную длину простенков вдоль оси Y(G) от статики-ветер

Здесь нужно добавить описание расчета несущей способности погонного метра длины платформенного и/или контактного стыков на сдвиг (сравнивается с сжатой частью стыка)

11 Проверка прочности стеновых панелей по средним сечениям при внецентренном сжатии из плоскости стены

Проверку прочности стеновой панели при внецентренном сжатии из плоскости выполняем как для бетонного элемента в соответствии с пп. 7.1.9 СП 63.13330.2012. В случае если прочность бетонного элемента не обеспечена, подбирается симметричное армирование, удовлетворяющее условию прочности.

Рассматривается 2 сочетания нагрузок – продолжительного и непродолжительного характера действия. В сочетание нагрузок продолжительного характера действия входят все вертикальные нагрузки, действующие на здание. В сочетание нагрузок непродолжительного характера действия дополнительно входит нагрузка от воздействия ветра.

Материал стеновых панелей – бетон класса В25. В соответствии с СП 63.13330.2012 расчетное сопротивление бетона сжатию $R_b=14.5\text{МПа}$ (табл. 6.8). Панели бетонируются в вертикальном положении по кассетной технологии. Расчетное сопротивление бетону сжатию с учетом коэффициентов условий работы $R_{bw}=\gamma_{bi}\cdot R_b$:

при продолжительном действии нагрузок: $R_{bw}=\gamma_{b1}\cdot\gamma_{b2}\cdot\gamma_{b3}\cdot R_b=0.9\cdot0.9\cdot0.85\cdot14.5=9.98\text{МПа}$;

при непродолжительном действии нагрузок: $R_{bw}=\gamma_{b1}\cdot\gamma_{b2}\cdot\gamma_{b3}\cdot R_b=1\cdot0.9\cdot0.85\cdot14.5=11.09\text{МПа}$.

Модуль упругости бетона стены $E_b=30000\text{МПа}$ (табл. 6.11).

Высота панели (расстояние между плитами перекрытий) $H_0=2.69\text{м}$.

Свободная (расчетная) длина стеновой панели $l_0=H_0\eta_p\eta_w=2.69\cdot0.9\cdot1=2.421\text{м}$, где $\eta_p=0.9$ – коэффициент, зависящий от узла сопряжения стен с перекрытиями (0.9 при платформенном опирании плит перекрытий), $\eta_w=1$ – коэффициент, учитывающий влияние стен перпендикулярного направления (1 при отсутствии замоноличенных арматурных связей, расположенных с шагом не реже 100см).

При проверке прочности стеновых панелей по средним сечениям на внецентренное сжатие из плоскости стены следует учитывать эксцентриситет продольной сжимающей силы e_0 . Эксцентриситет e_0 принимается равным максимальному из величин: $e_0=\max(H_0/600;t/30;e_{0j};0.01\text{м})$, где t – толщина стеновой панели; e_{0j} – эксцентриситет, зависящий от типа стыка.

При подборе армирования площадь арматуры на 1м.п. ширины стеновой панели принимается не менее: $A_{s,\min}=\mu_{\min}\cdot b\cdot h_0/100\%=0.1634\cdot100\cdot14/100\%=2.29\text{см}^2/1\text{м.п.}$, где $\mu_{\min}=0.1634\%$ – минимальный процент армирования по пп. 10.3.6 СП 63.13330.2012 при гибкости стеновой панели $\lambda=l_0/t=2.421/0.18=13.45$, $h_0=t-a=18-4=14\text{см}$ – рабочая высота сечения стеновой панели.

Определение эксцентриситета e_{0j} , зависящего от типа стыка

Для платформенного стыка с односторонним опиранием плит перекрытий:

$$e_{0j}=0.5(t-b_{pl,sup})+0.5\cdot\delta_{pw}=0.5(180-170)+0.5\cdot18=14\text{мм},$$

где $b_{pl,sup}=170\text{мм}$ – номинальный размер по толщине стены платформенной площадки в уровне растворного шва;

$$\delta_{pw}=(\delta_r^2+\delta_w^2)^{0.5}=(10^2+15^2)^{0.5}=18\text{мм},$$

где $\delta_r=10\text{мм}$ – расчетное значение возможных смещений в стыке сборной плиты перекрытия относительно проектного положения; $\delta_w=15\text{мм}$ – расчетное значение возможных смещений в стыке стеновой панели относительно проектного положения.

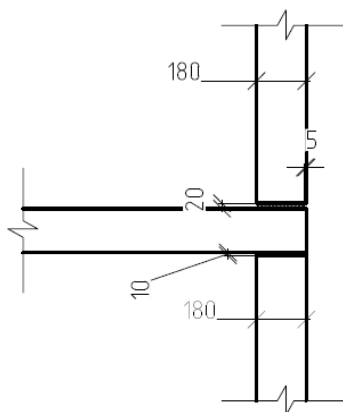


Рис. 1. Платформенный стык с односторонним опиранием плит перекрытий

Для платформенного стыка с двухсторонним опиранием плит перекрытий:

$$e_{oj} = (\delta_{pw} + 0.5 \cdot \Delta b_{pl, sup}) \cdot (t / b_{pl, sup} - 1) = (18 + 0.5 \cdot 0) \cdot (180 / 150 - 1) = 3.6 \text{ мм},$$

где $\Delta b_{pl, sup} = 0$ и $b_{pl, sup} = 150$ – соответственно разность и сумма номинальных размеров по толщине стены платформенных площадок в уровне растворного шва.

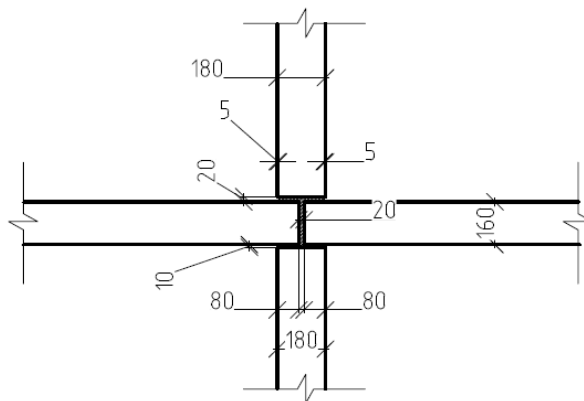


Рис. 2. Платформенный стык с двухсторонним опиранием плит перекрытий

Для платформенного стыка панелей по оси 4 с односторонним опиранием плит перекрытий:

$$e_{oj} = 0.5(t - b_{pl, sup}) + 0.5 \cdot \delta_{pw} = 0.5(180 - 150) + 0.5 \cdot 18 = 24 \text{ мм},$$

где $b_{pl, sup} = 150 \text{ мм}$ – номинальный размер по толщине стены платформенной площадки в уровне растворного шва.

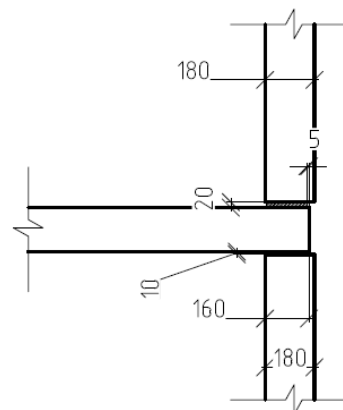



Рис. 3. Платформенный стык с односторонним опиранием плит перекрытий

12 Проверка несущей способности соединений по закладным в вертикальных стыках


-0.791 -0.563 0.109 0.159 0.515 0.612 1.24 1.51
РСНЗ_+ветер(Импорт из САПФИР:СП 20.13330.2016 (РФ) (по умолчанию))
Мозаика усилия Nz (55,255,265 КЭ)
Единицы измерения - т

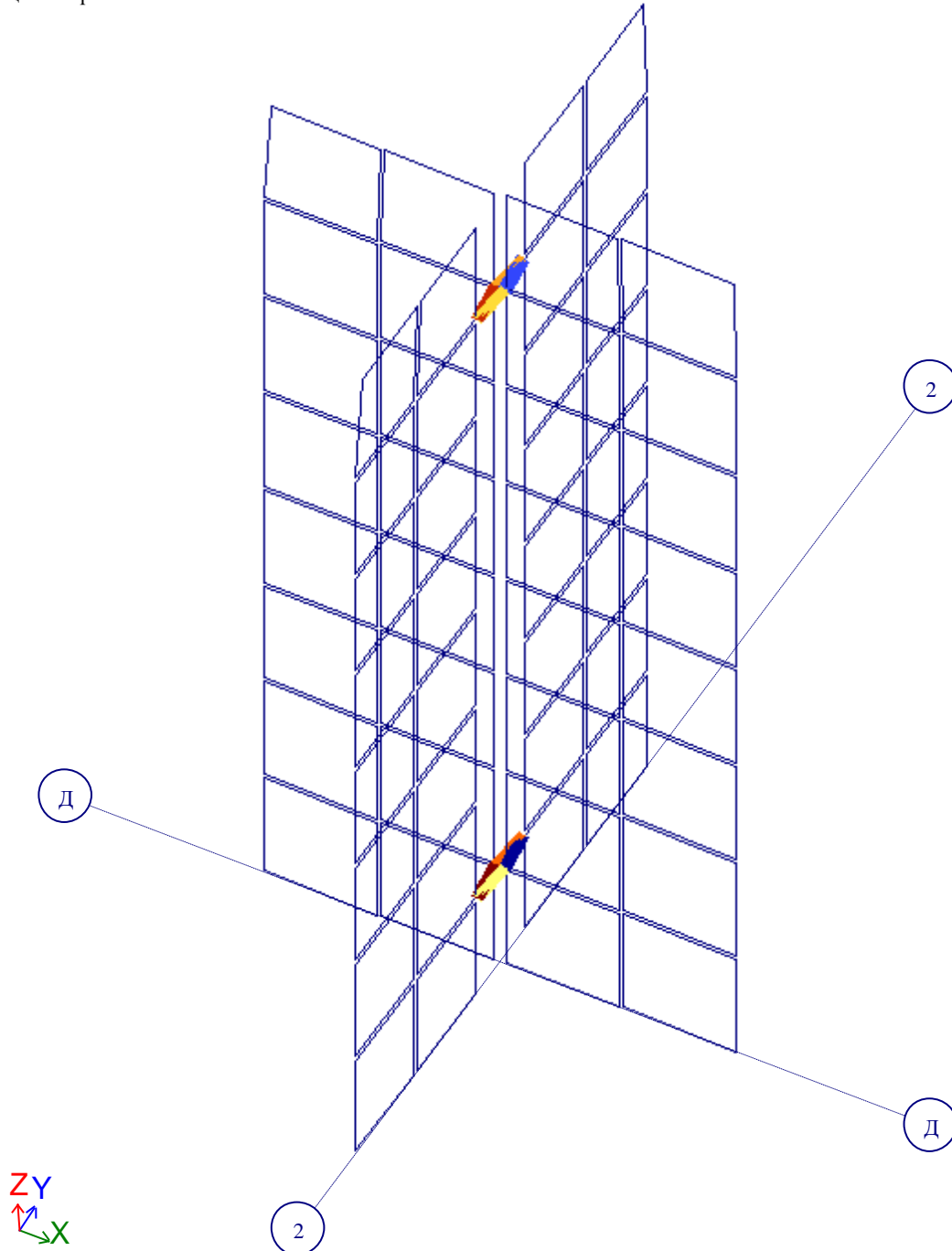


Рис. 12.1 Мозаика усилия Nz (55,255,265 КЭ)

Здесь нужно добавить описание расчета несущей способности сварных соединений по закладным деталям

13 Подбранное армирование для ЖБК

13.1 Армирование плит на отм. -0.300

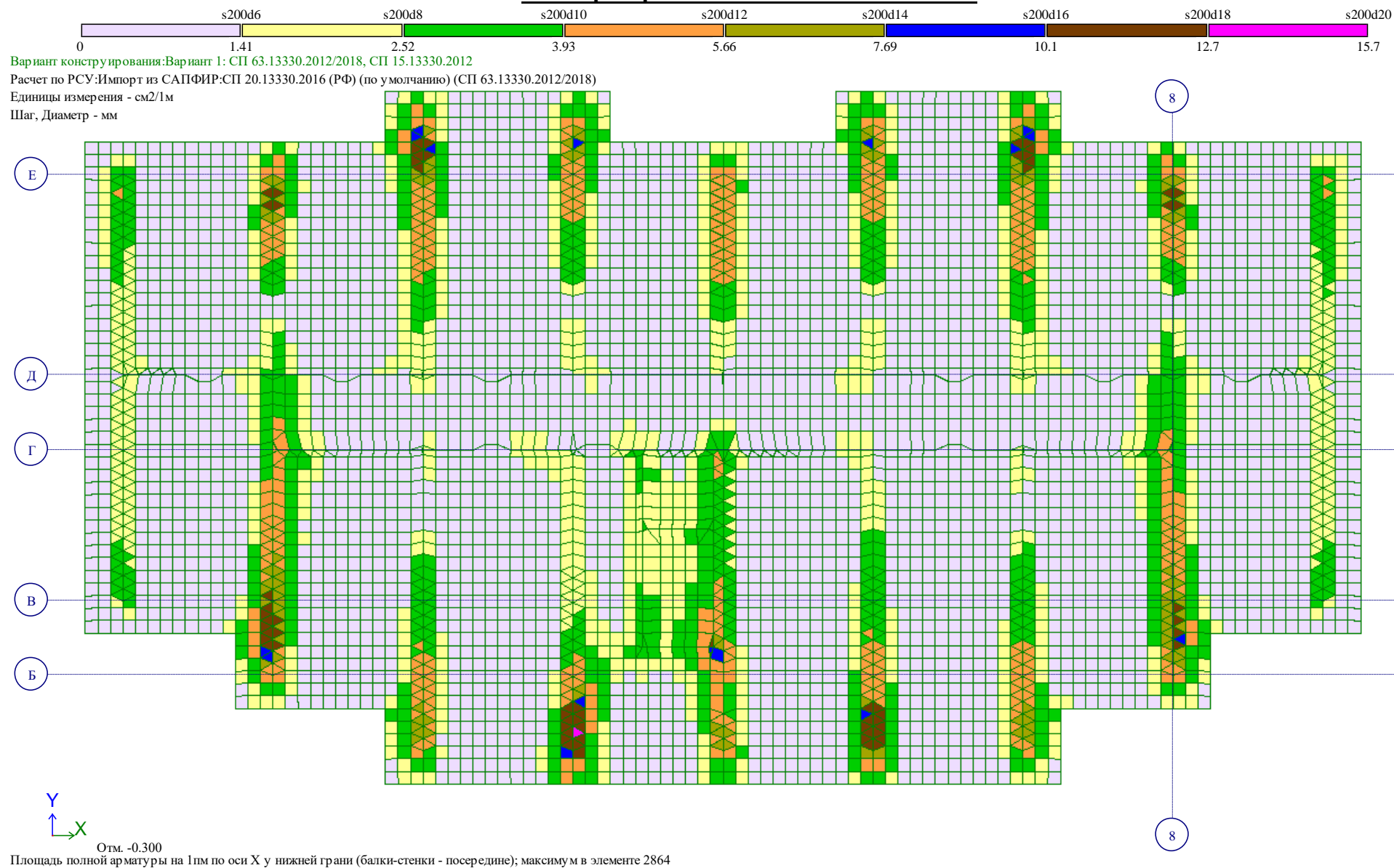


Рис. 13.1 Площадь полной арматуры на 1пм по оси X у нижней грани

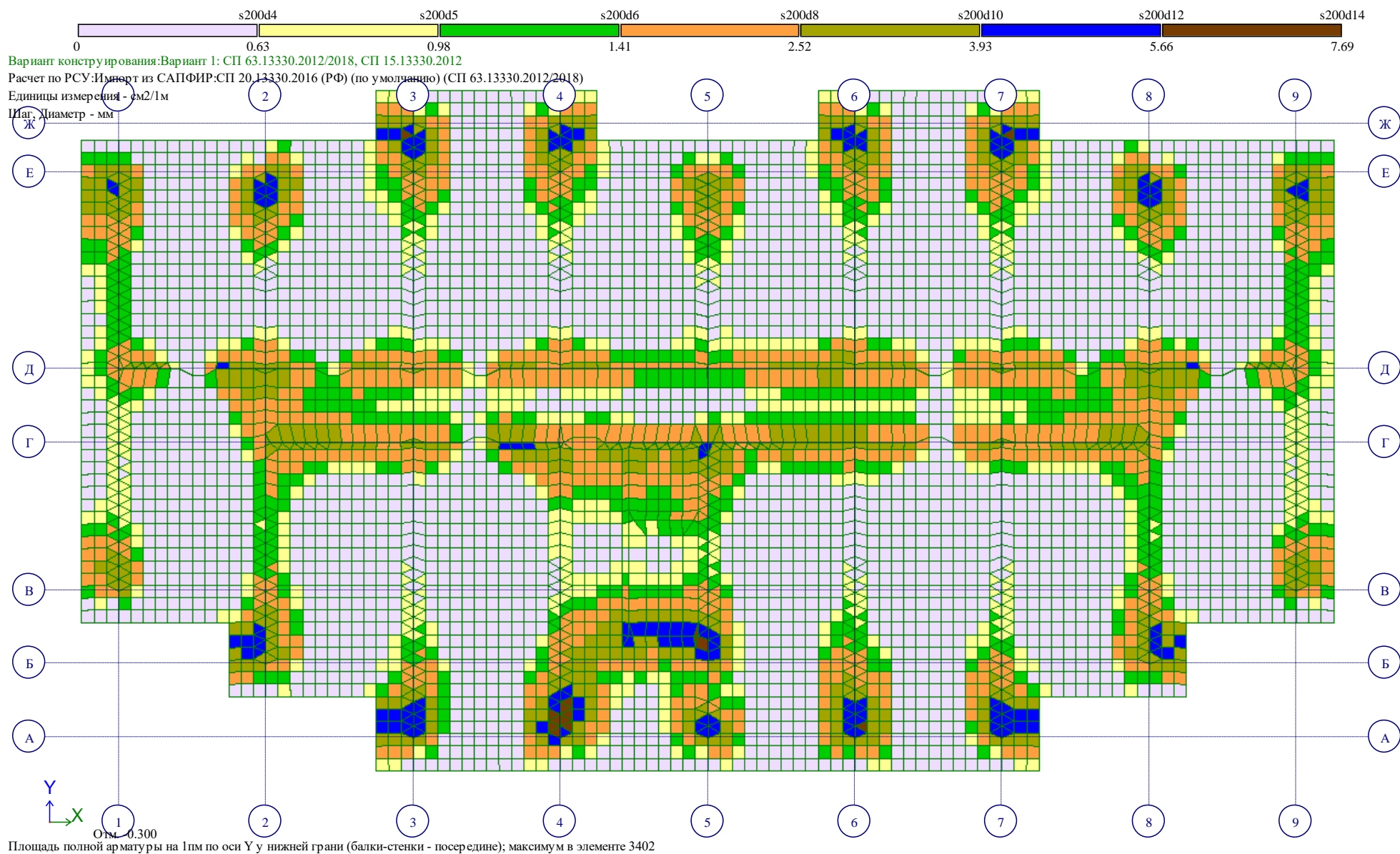


Рис. 13.2 Площадь полной арматуры на 1мм по оси Y у нижней грани

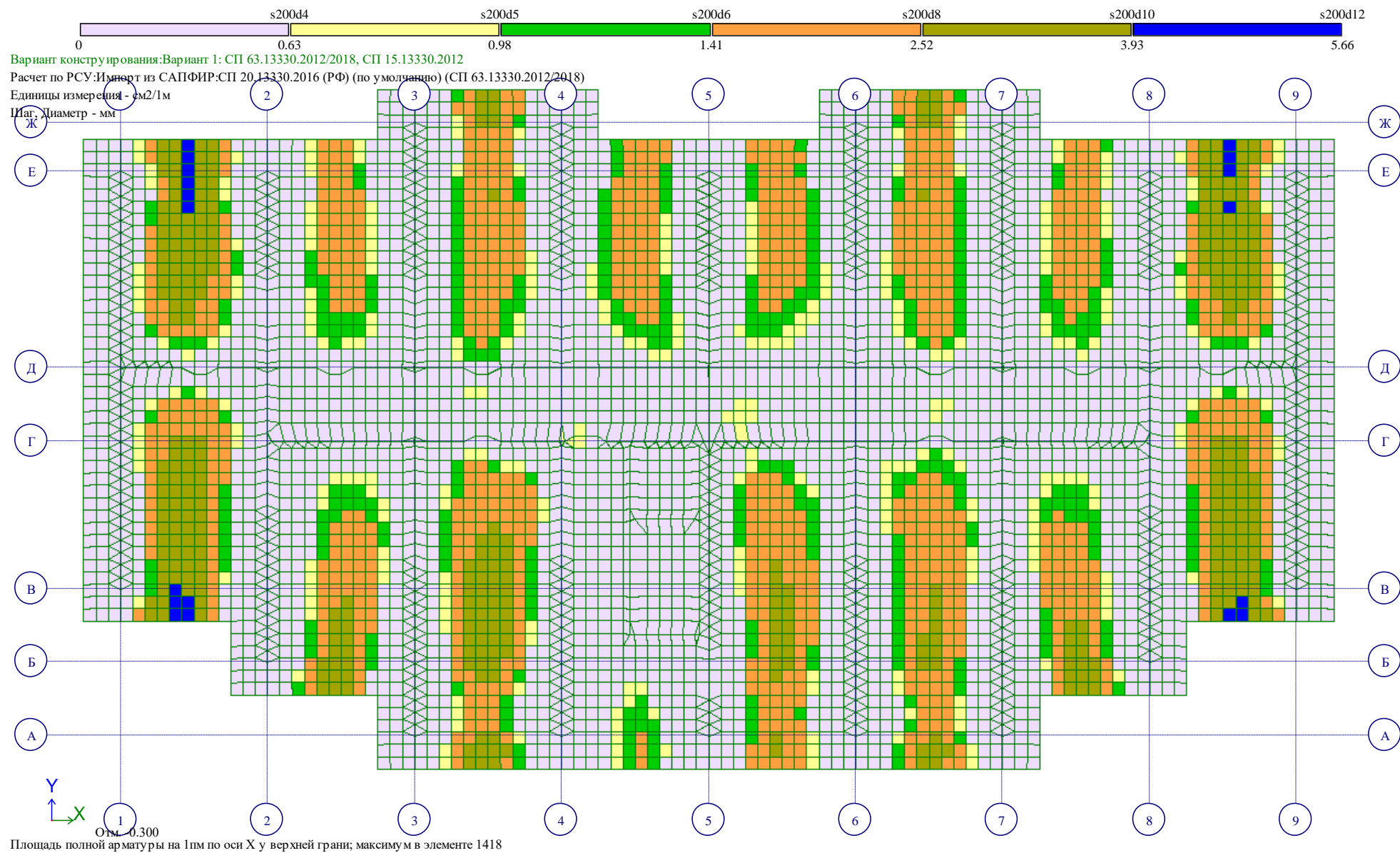


Рис. 13.3 Площадь полной арматуры на 1мм по оси X у верхней грани

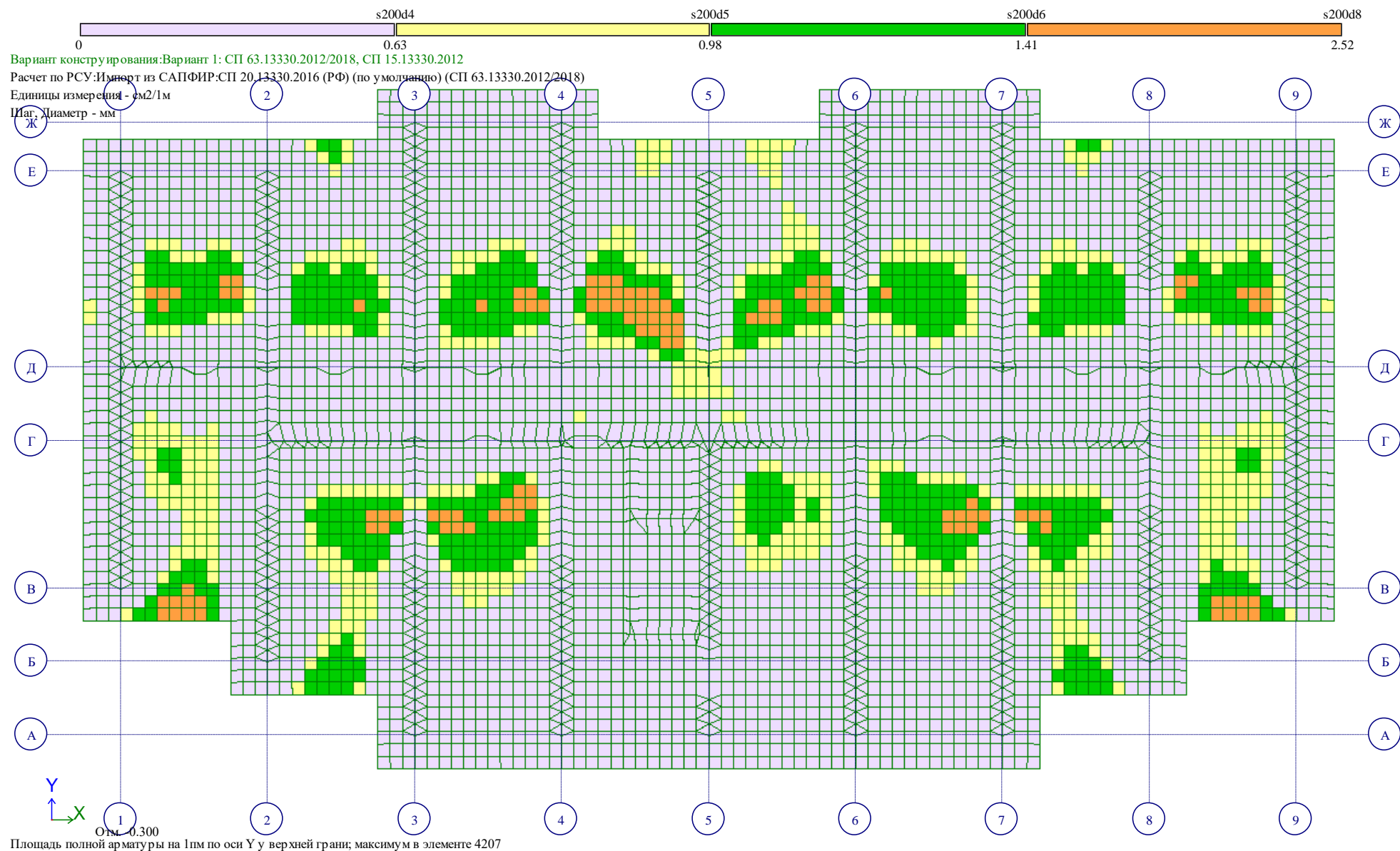


Рис. 13.4 Площадь полной арматуры на 1пм по оси Y у верхней грани

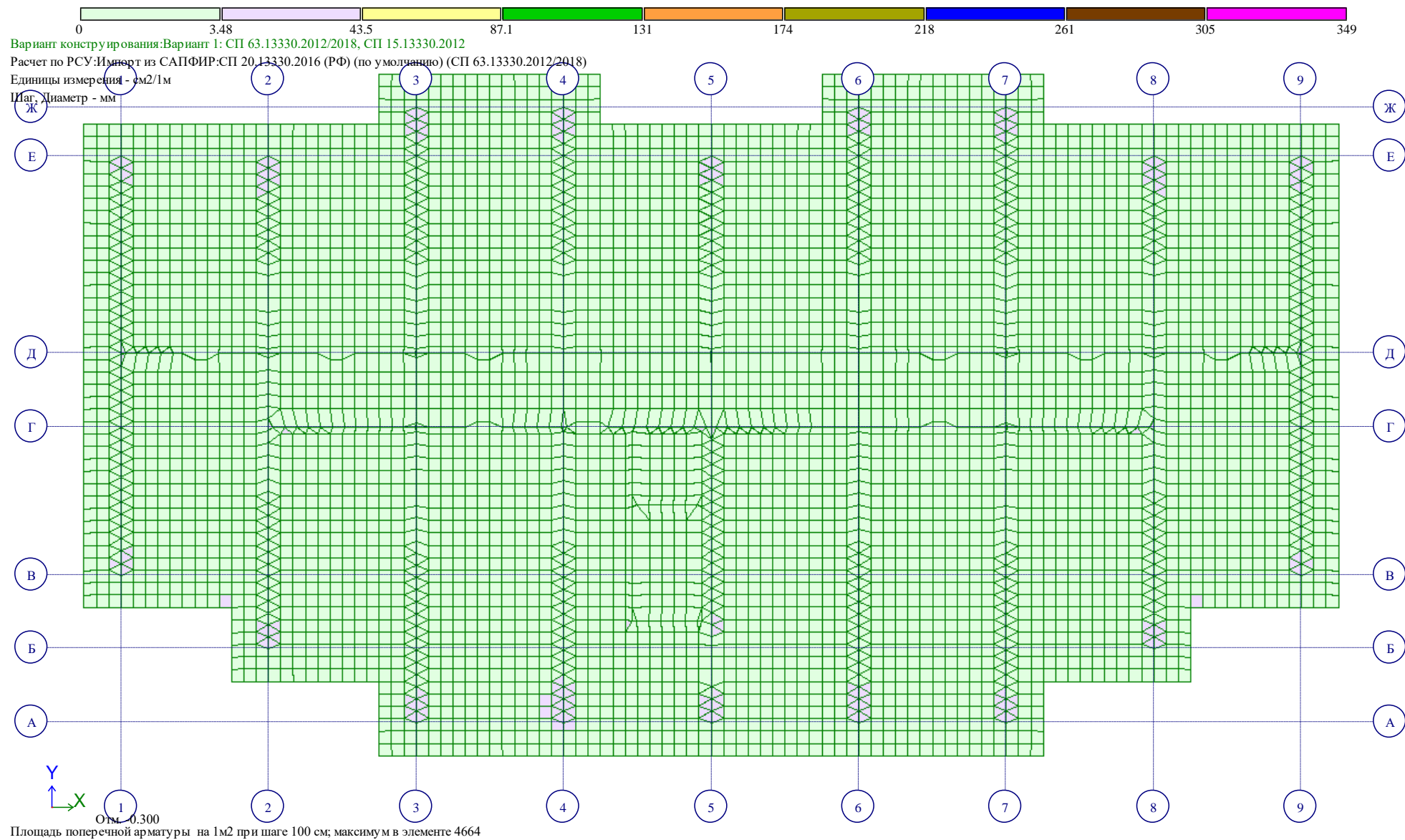


Рис. 13.5 Площадь поперечной арматуры в см² на 1м²

13.2 Армирование плит на отм. +2.920

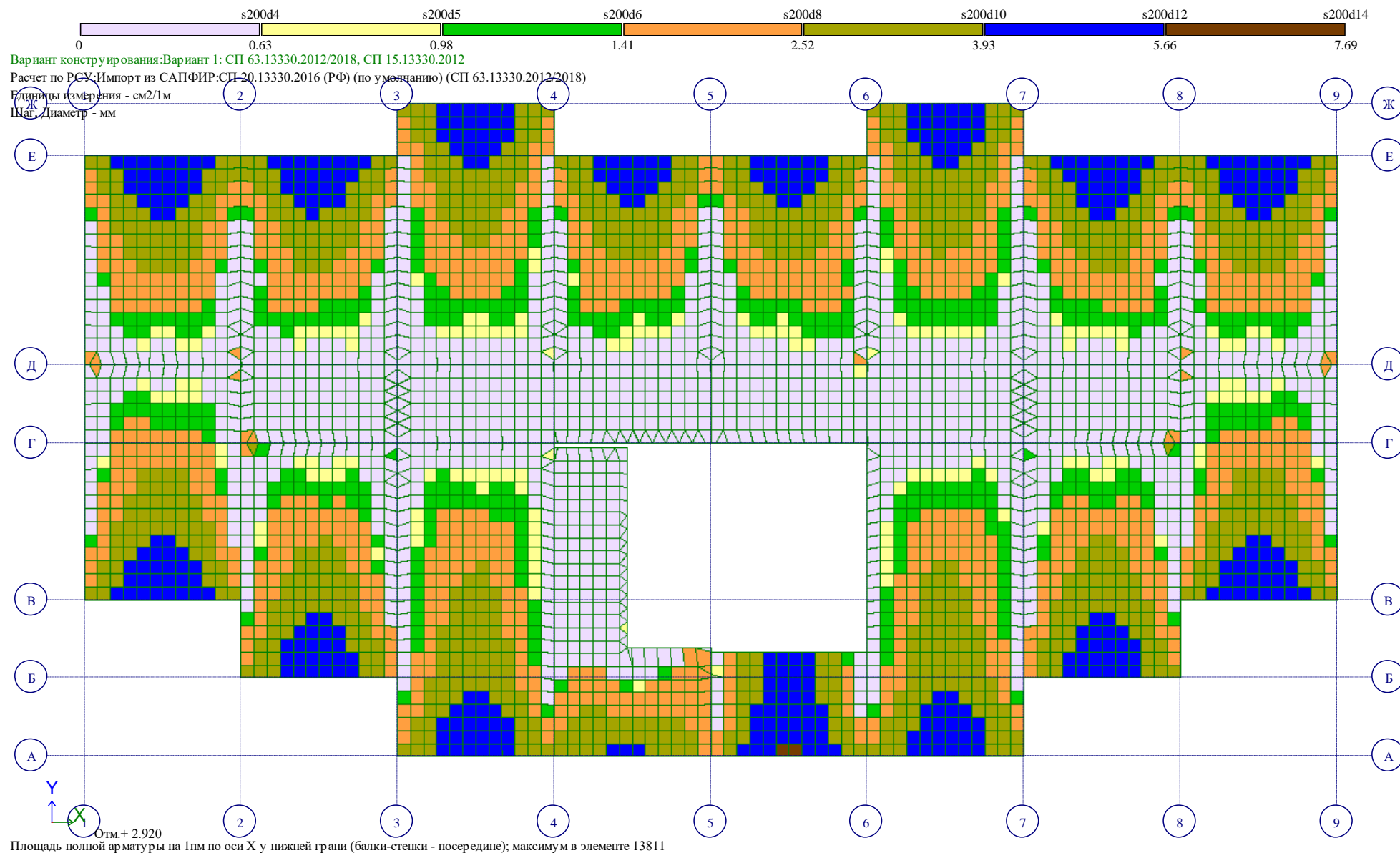


Рис. 13.6 Площадь полной арматуры на 1м по оси X у нижней грани

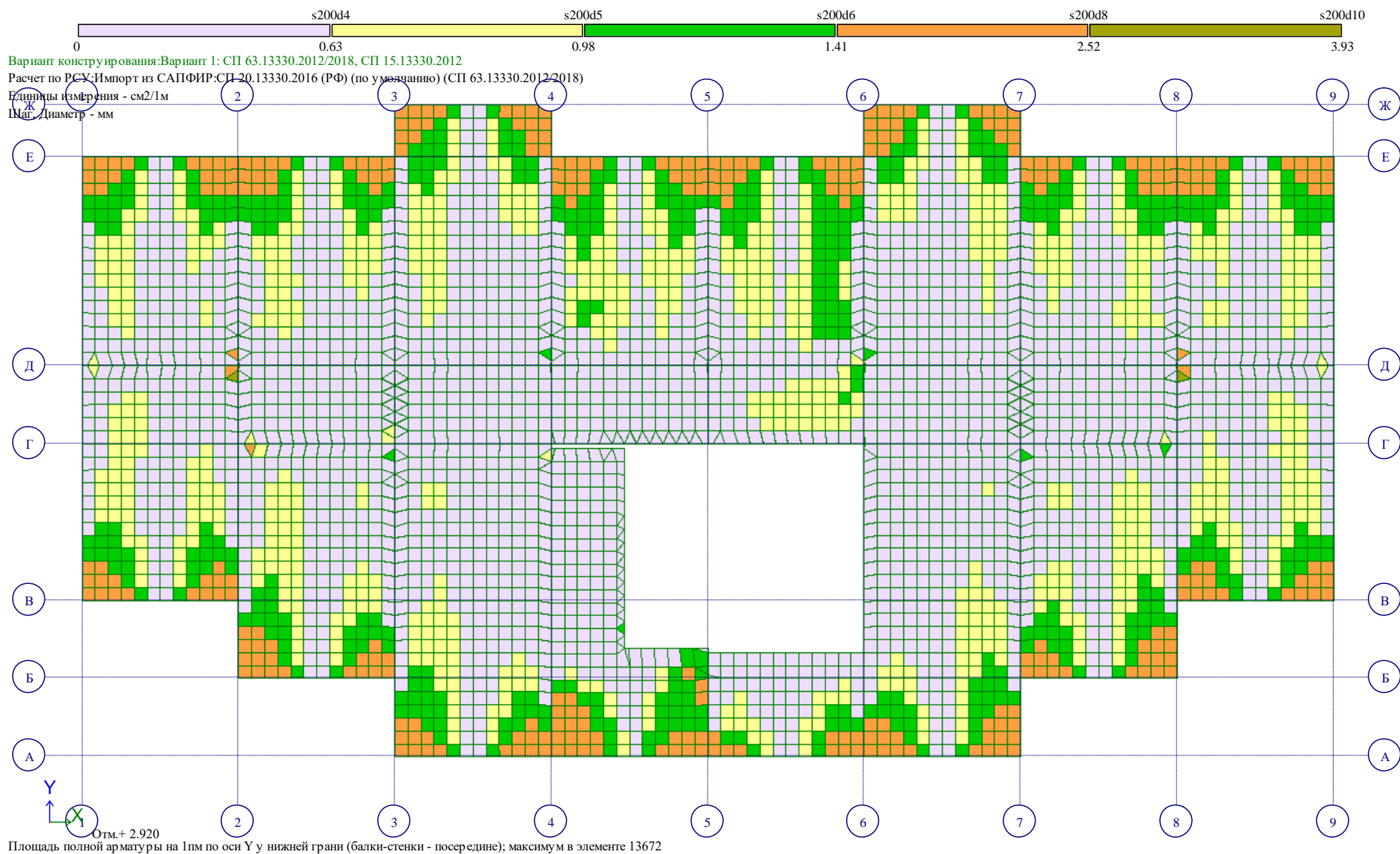


Рис. 13.7 Площадь полной арматуры на 1м по оси Y у нижней грани

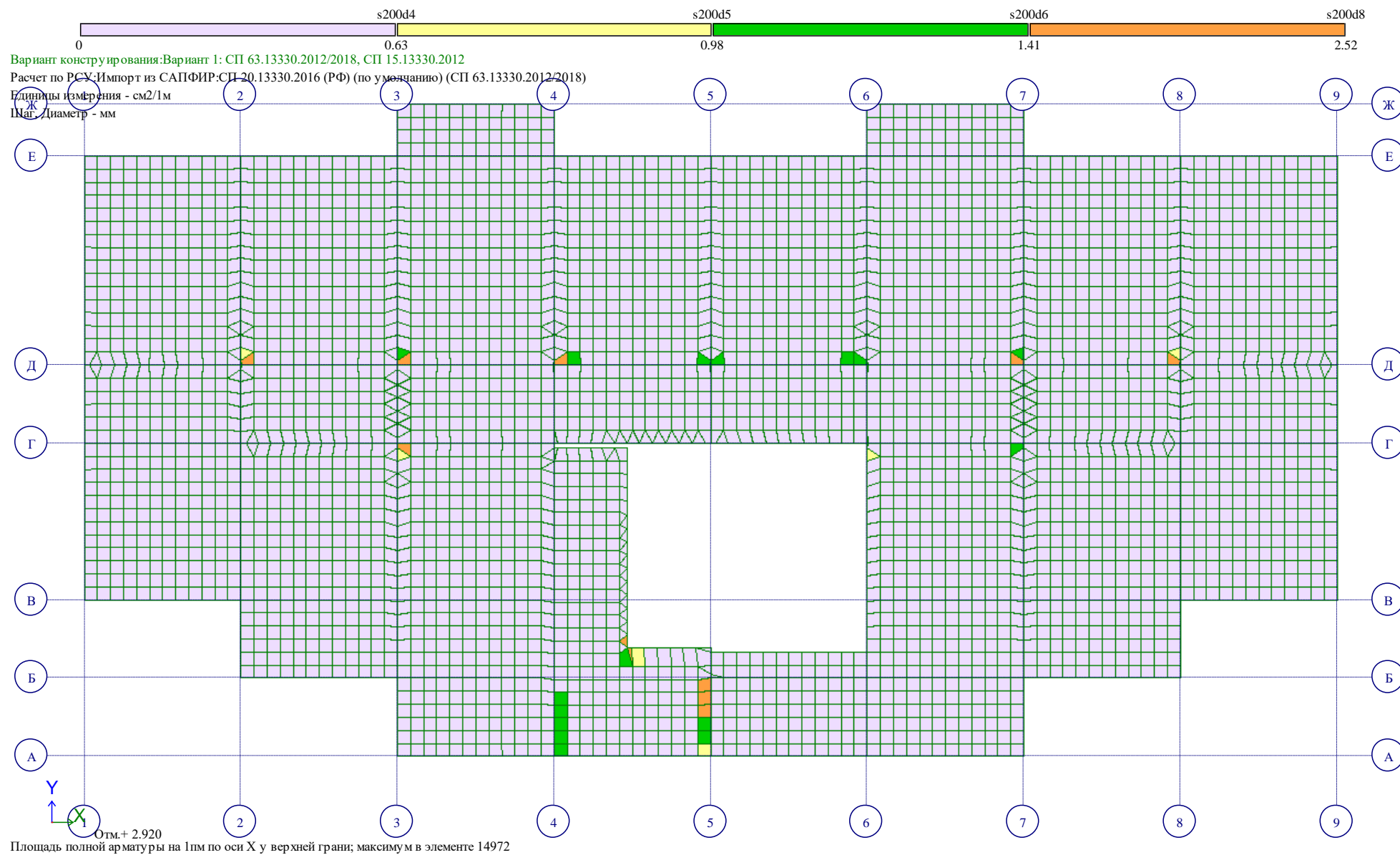


Рис. 13.8 Площадь полной арматуры на 1мм по оси X у верхней грани

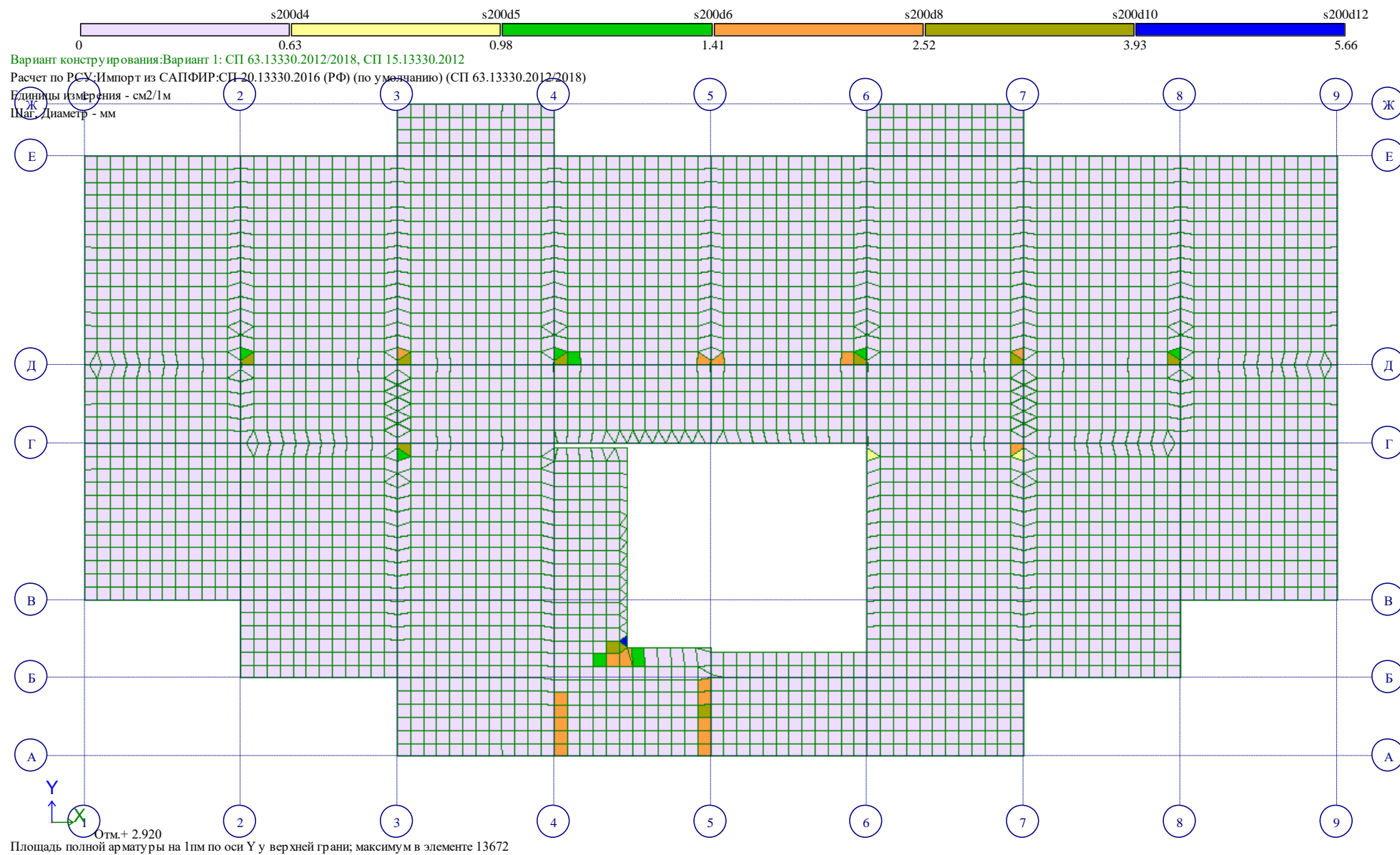


Рис. 13.9 Площадь полной арматуры на 1мм по оси Y у верхней грани

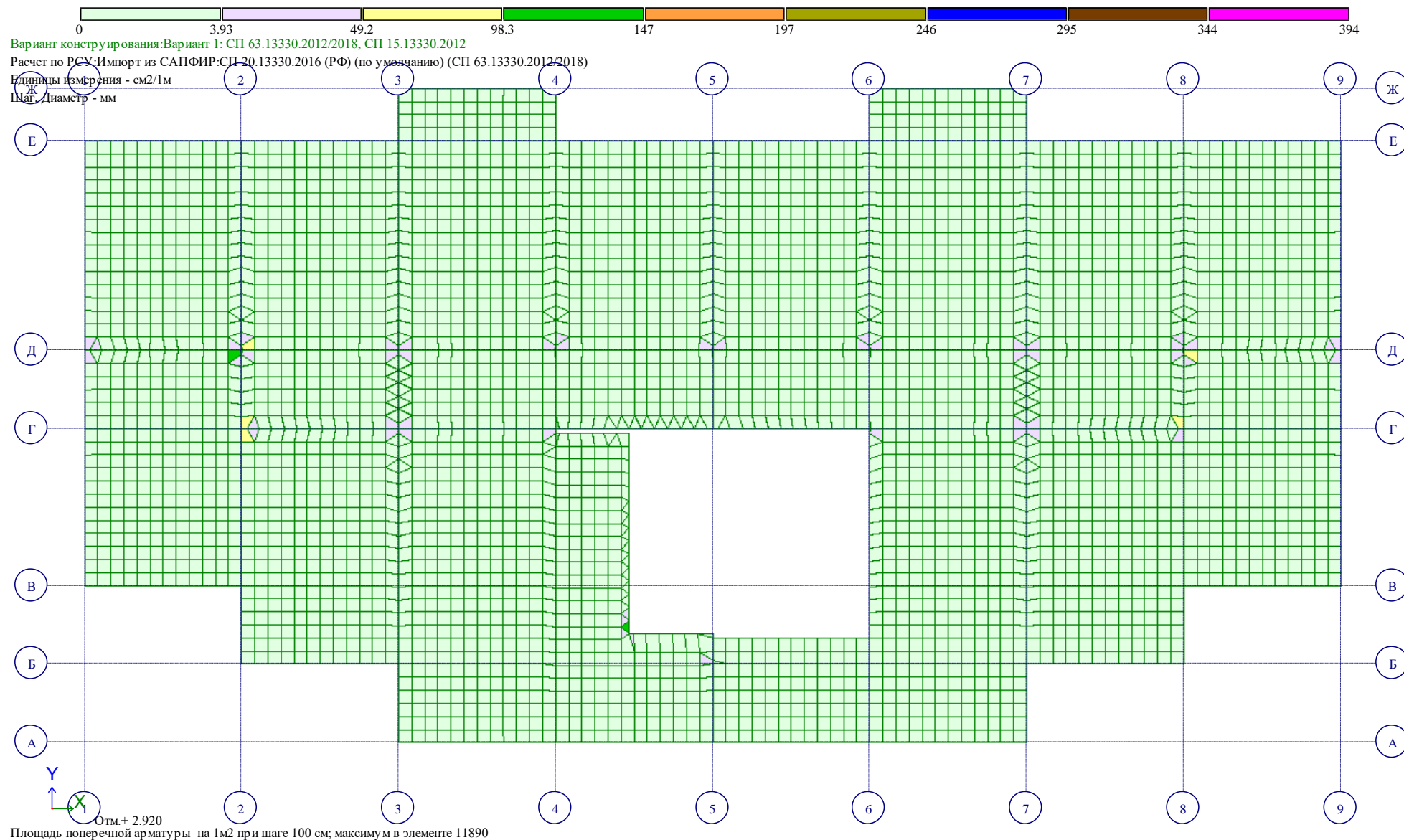


Рис. 13.10 Площадь поперечной арматуры в см² на 1м²

13.3 Армирование плит на отм. +8.920

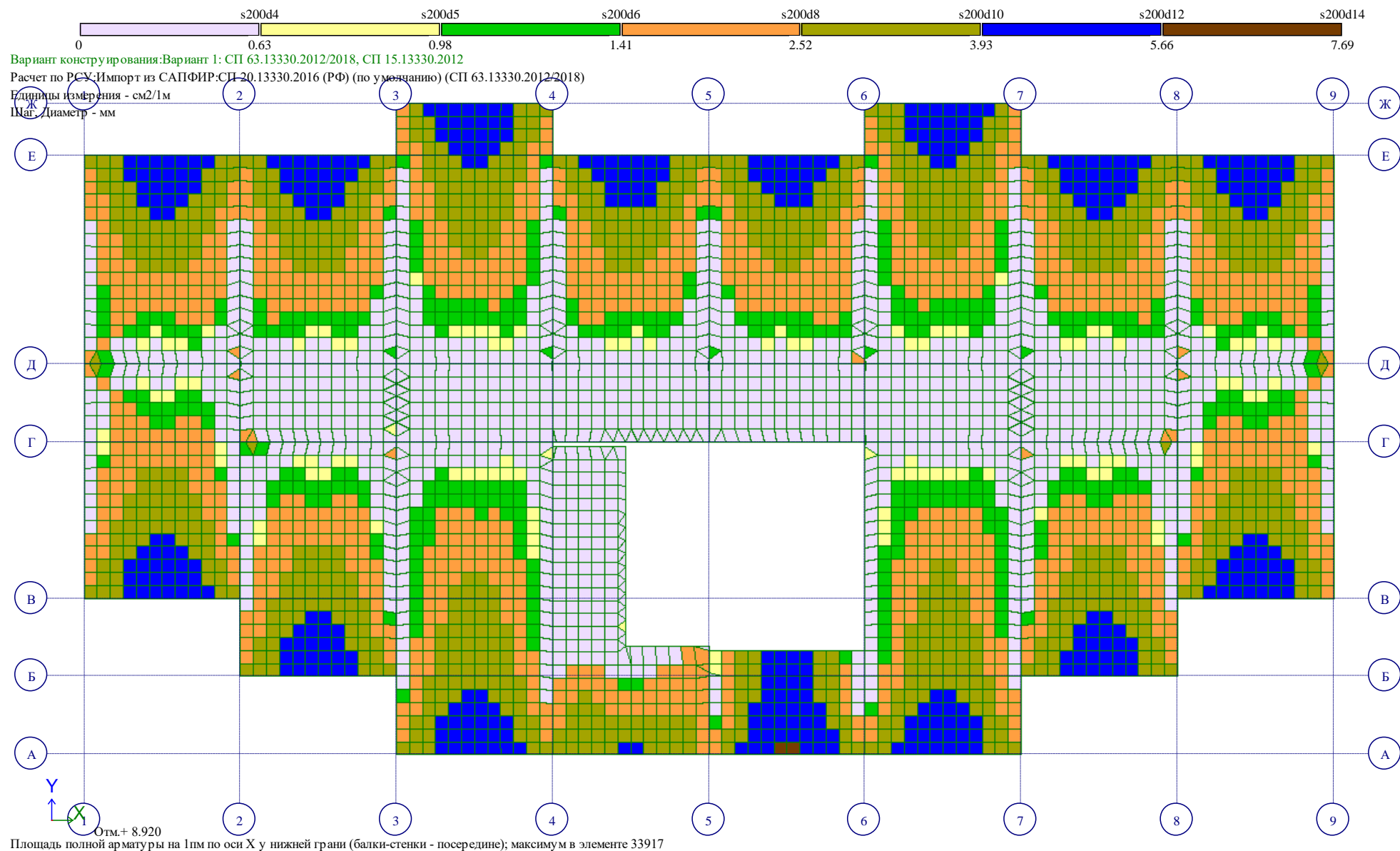


Рис. 13.11 Площадь полной арматуры на 1мм по оси X у нижней грани

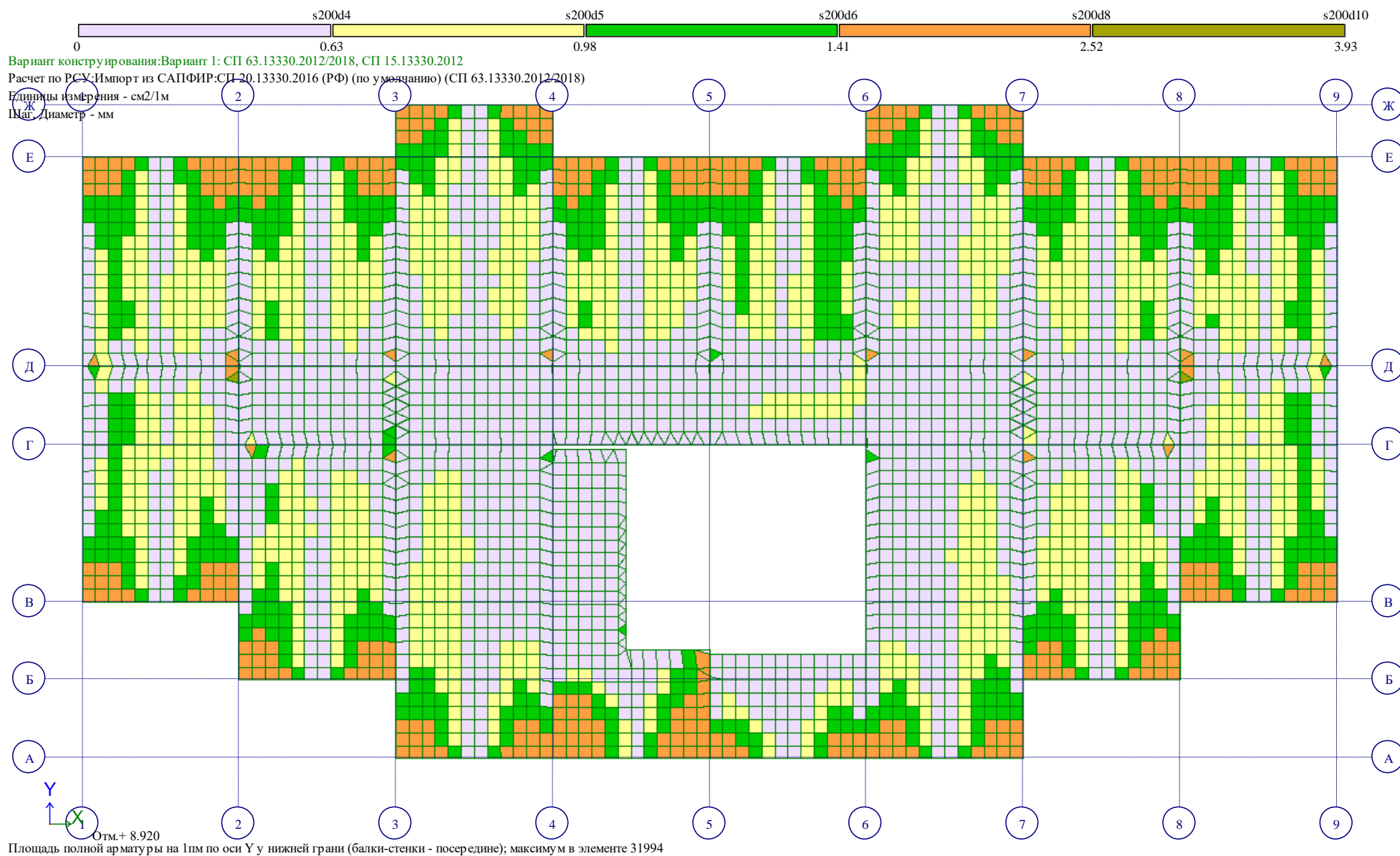


Рис. 13.12 Площадь полной арматуры на 1пм по оси Y у нижней грани

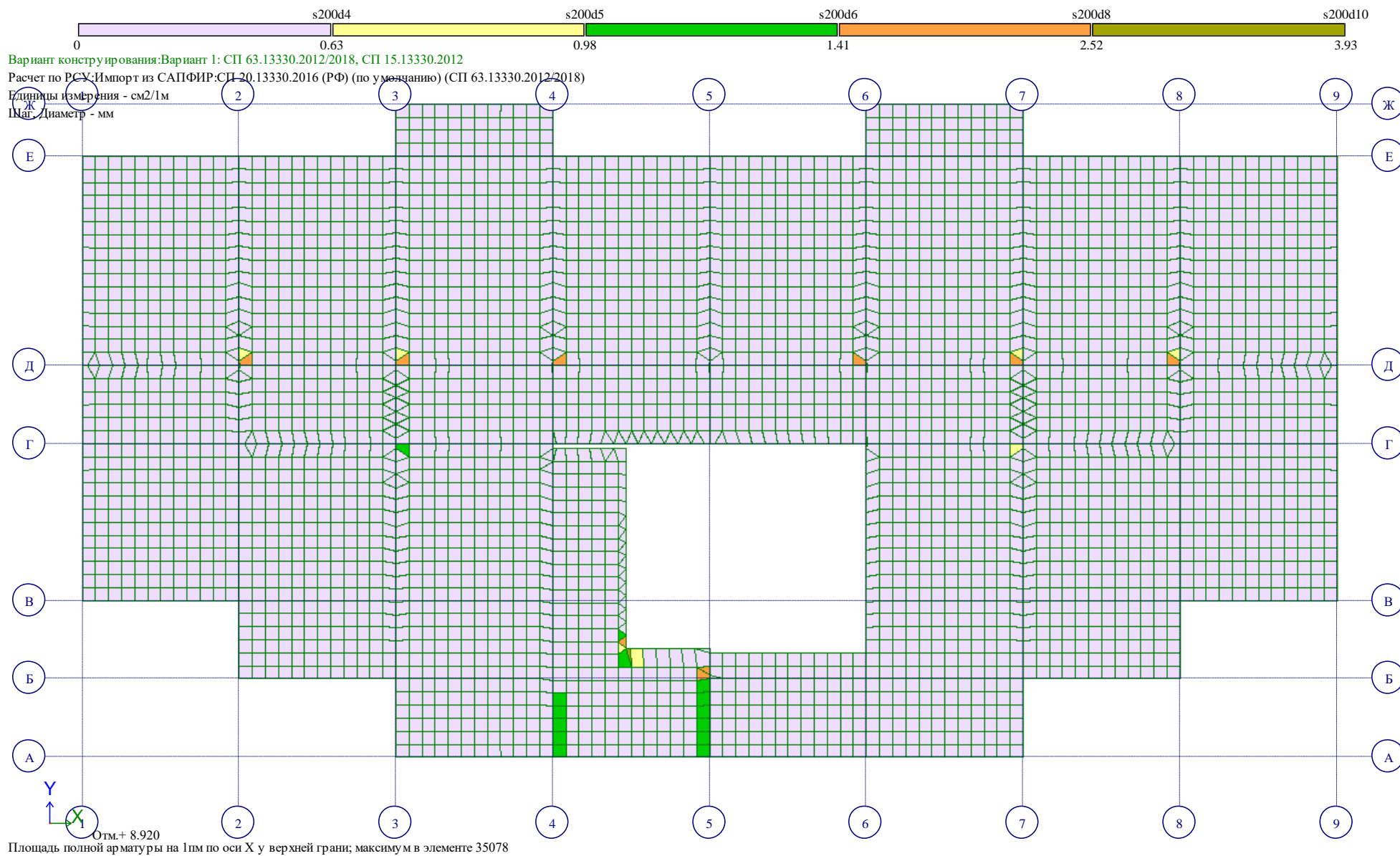


Рис. 13.13 Площадь полной арматуры на 1мм по оси X у верхней грани

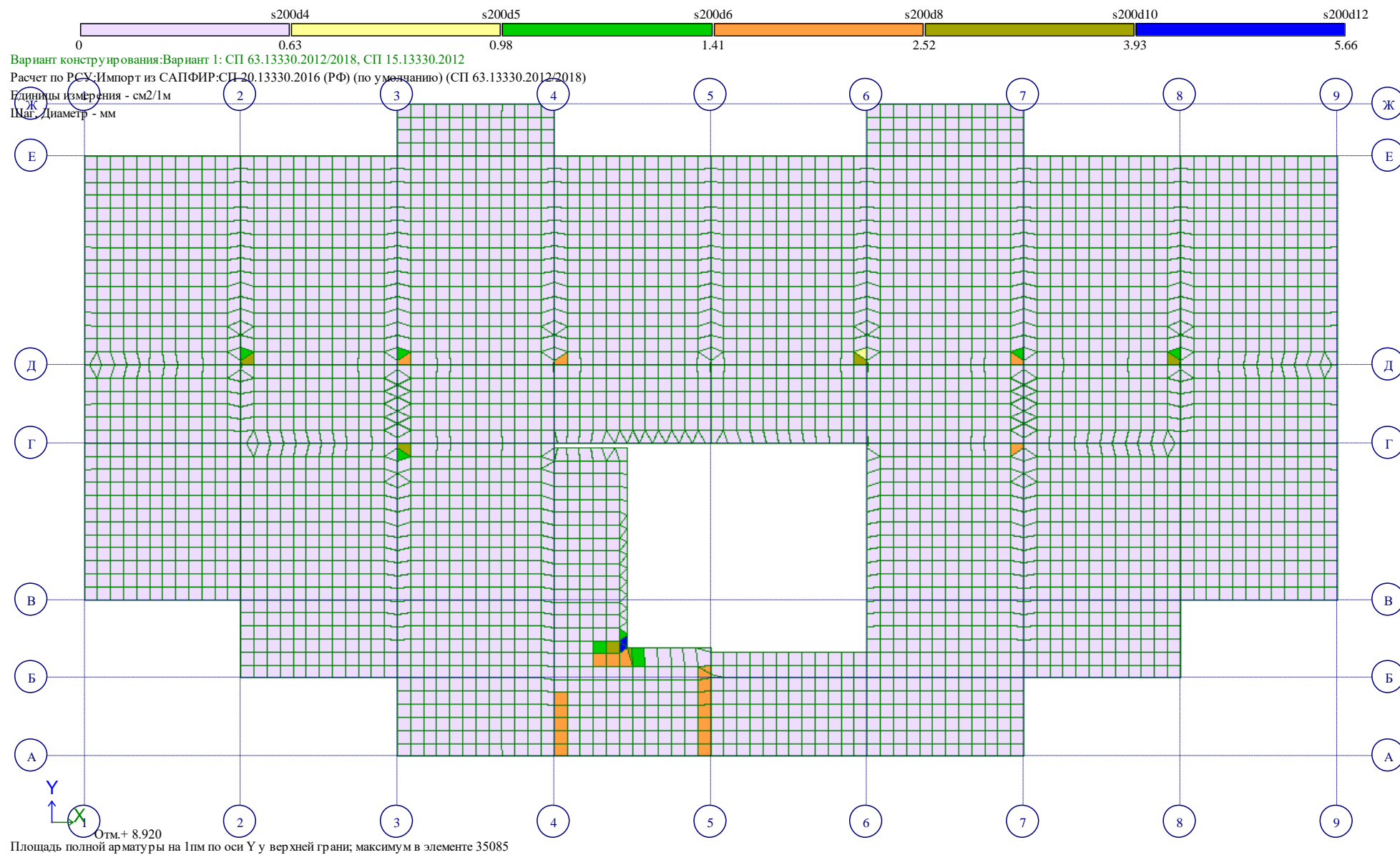


Рис. 13.14 Площадь полной арматуры на 1мм по оси Y у верхней грани

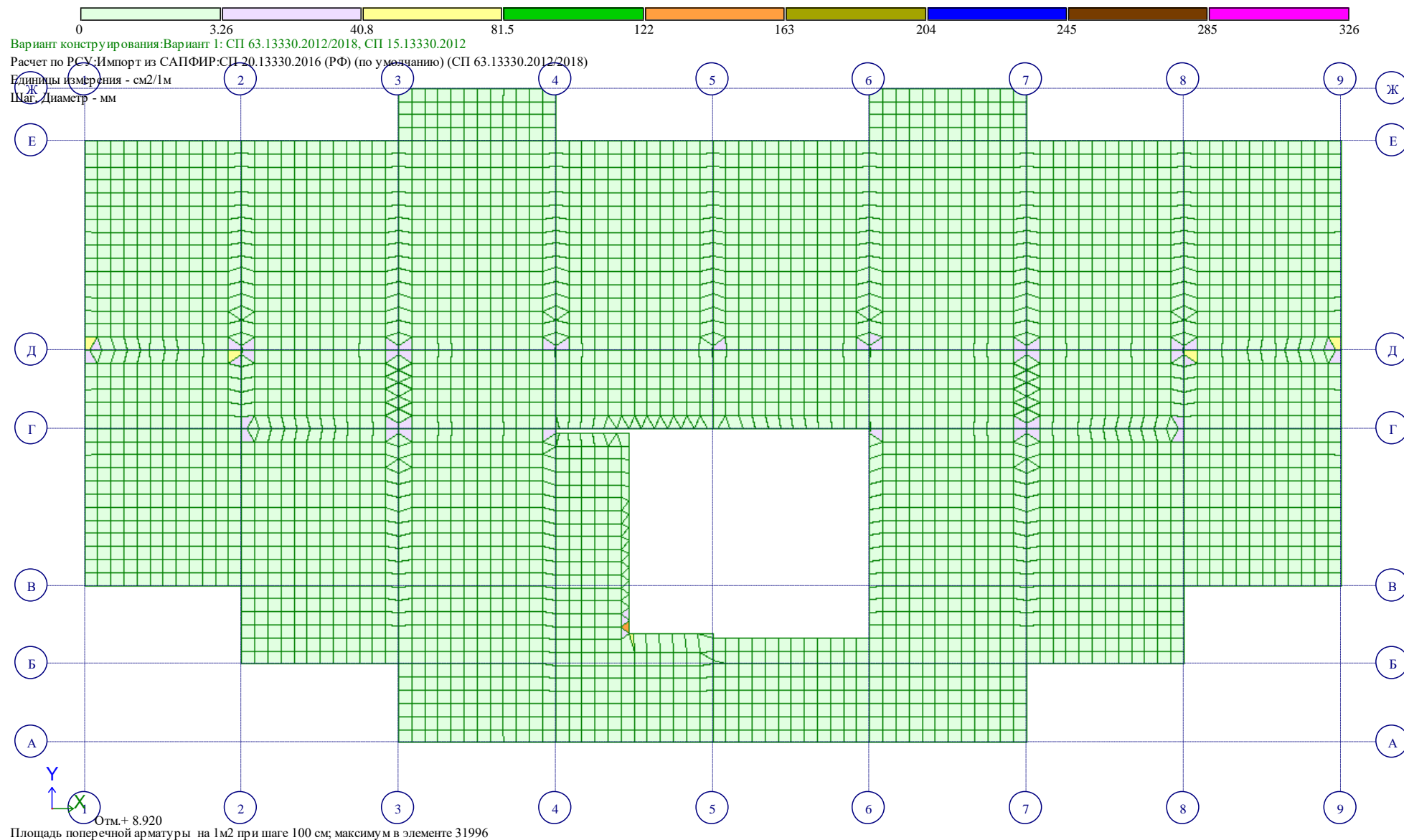


Рис. 13.15 Площадь поперечной арматуры в см² на 1м²

13.4 Армирование плит на отм. +11.920

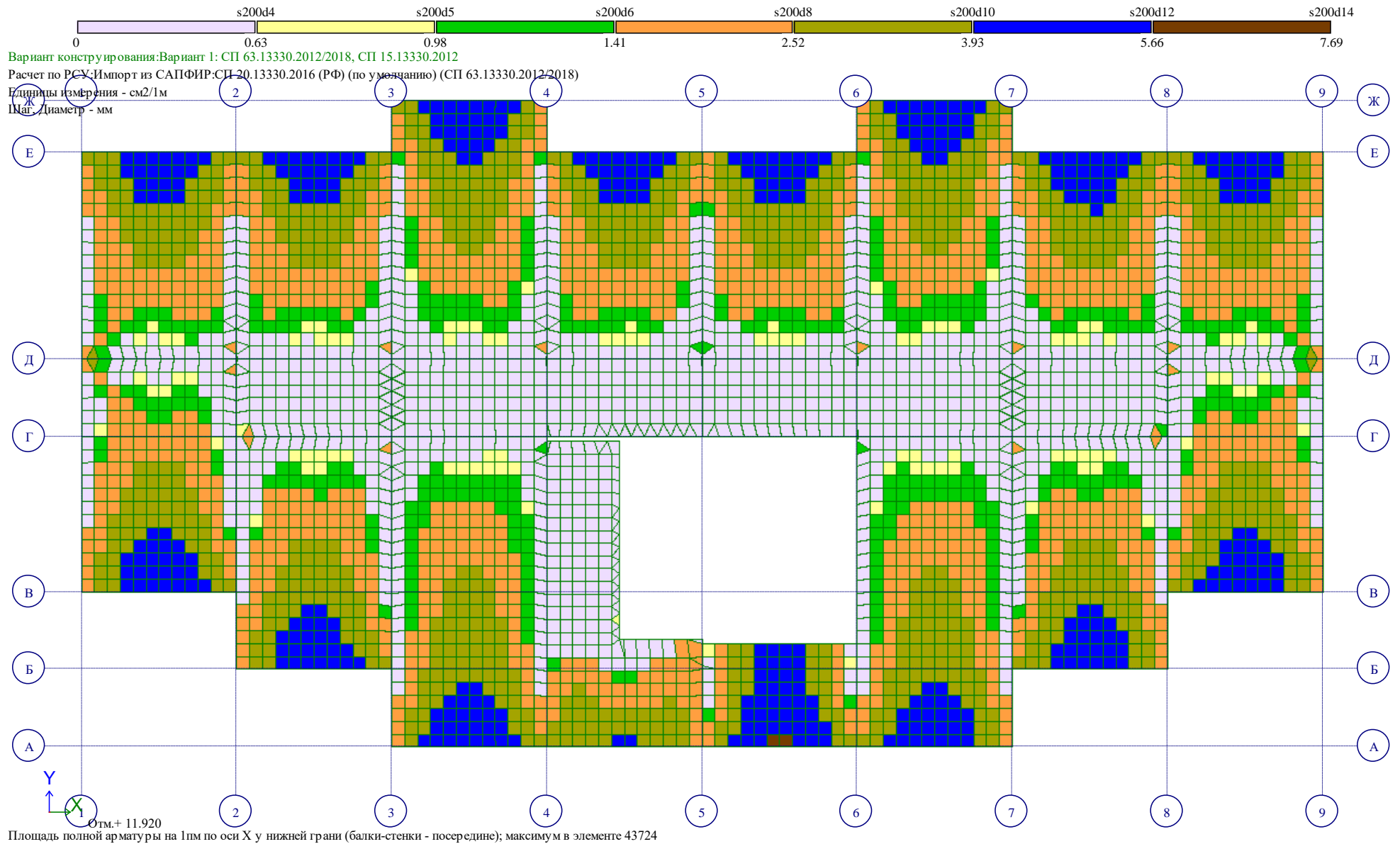


Рис. 13.16 Площадь полной арматуры на 1мм по оси X у нижней грани

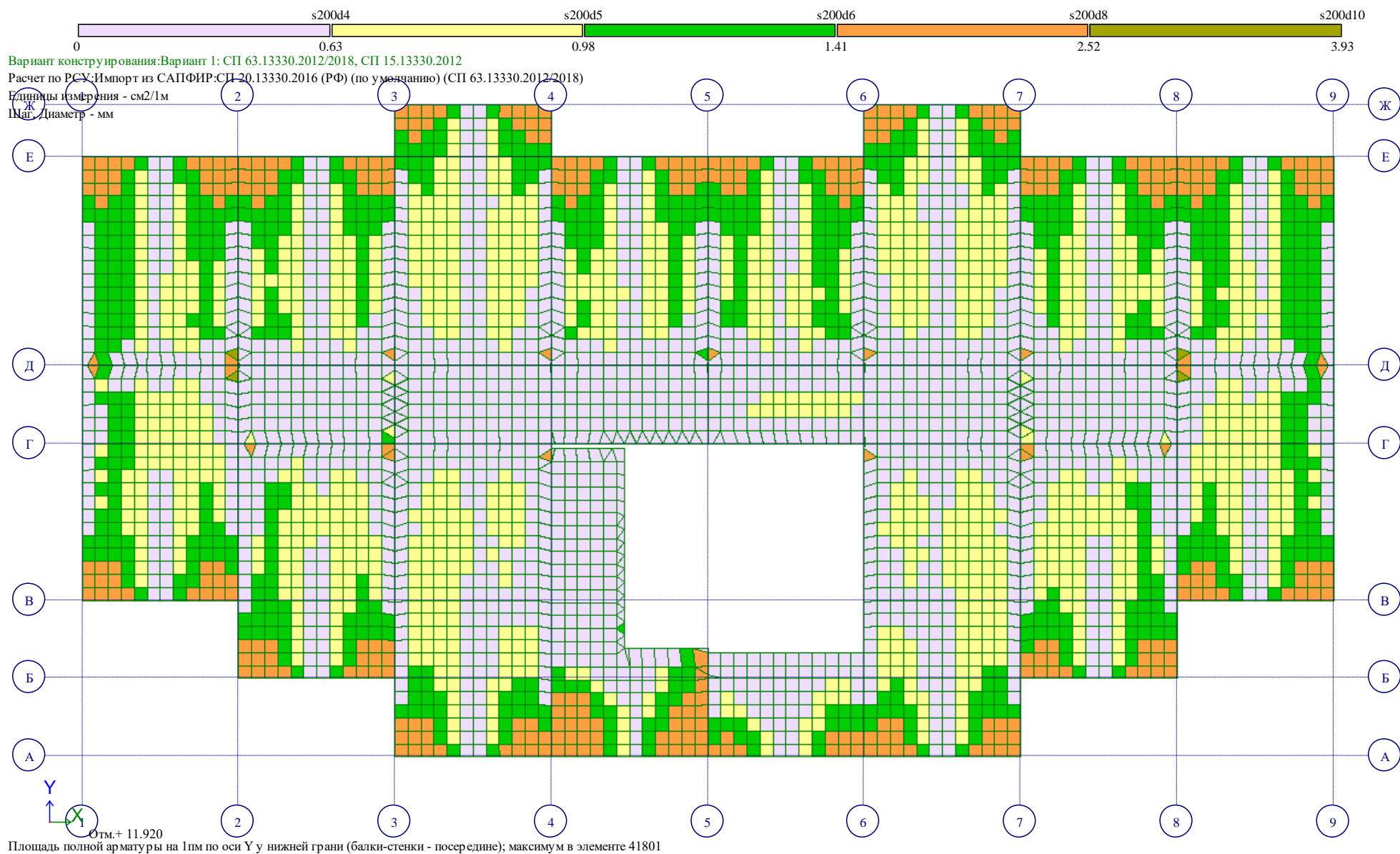


Рис. 13.17 Площадь полной арматуры на 1мм по оси Y у нижней грани

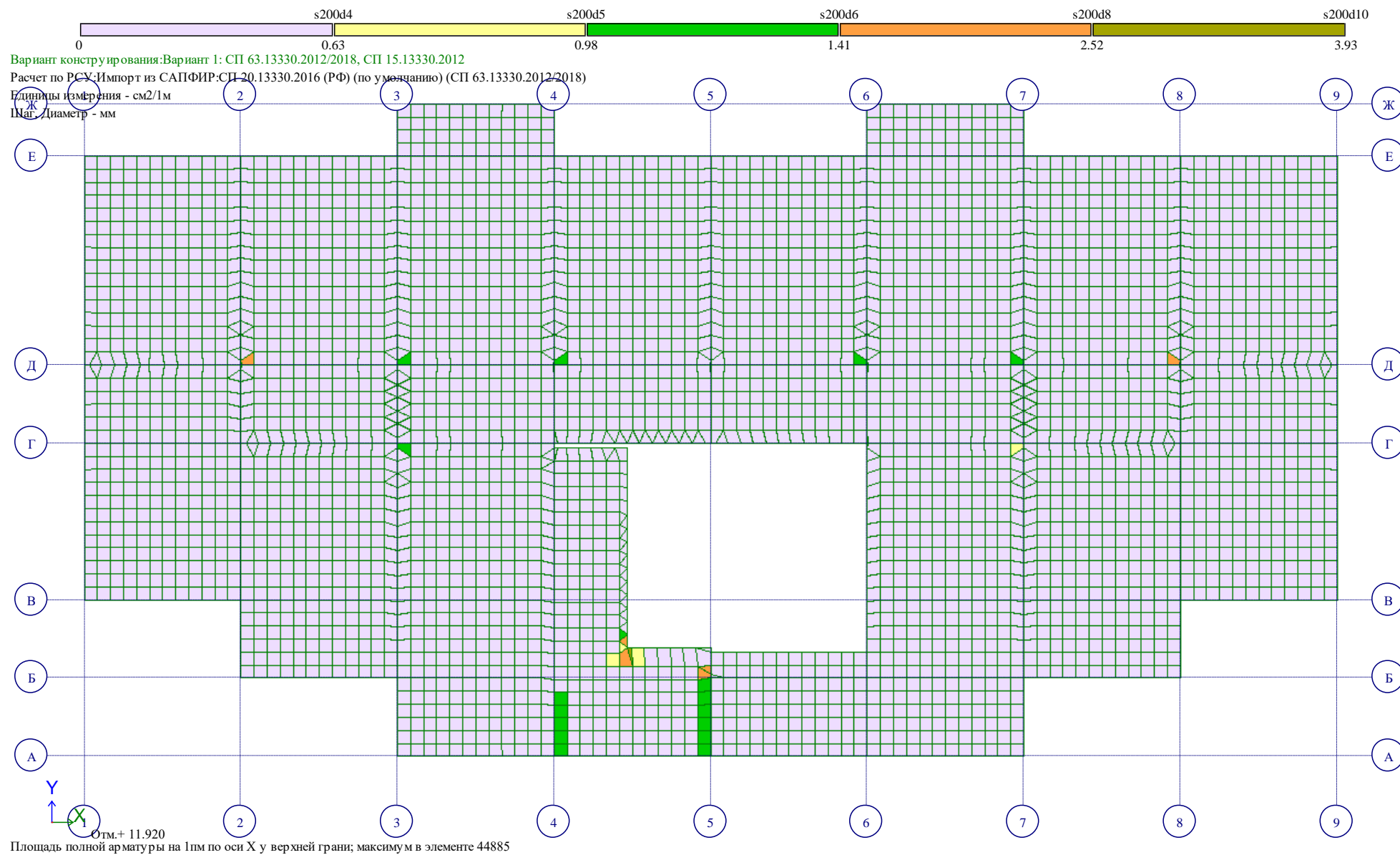


Рис. 13.18 Площадь полной арматуры на 1мм по оси X у верхней грани

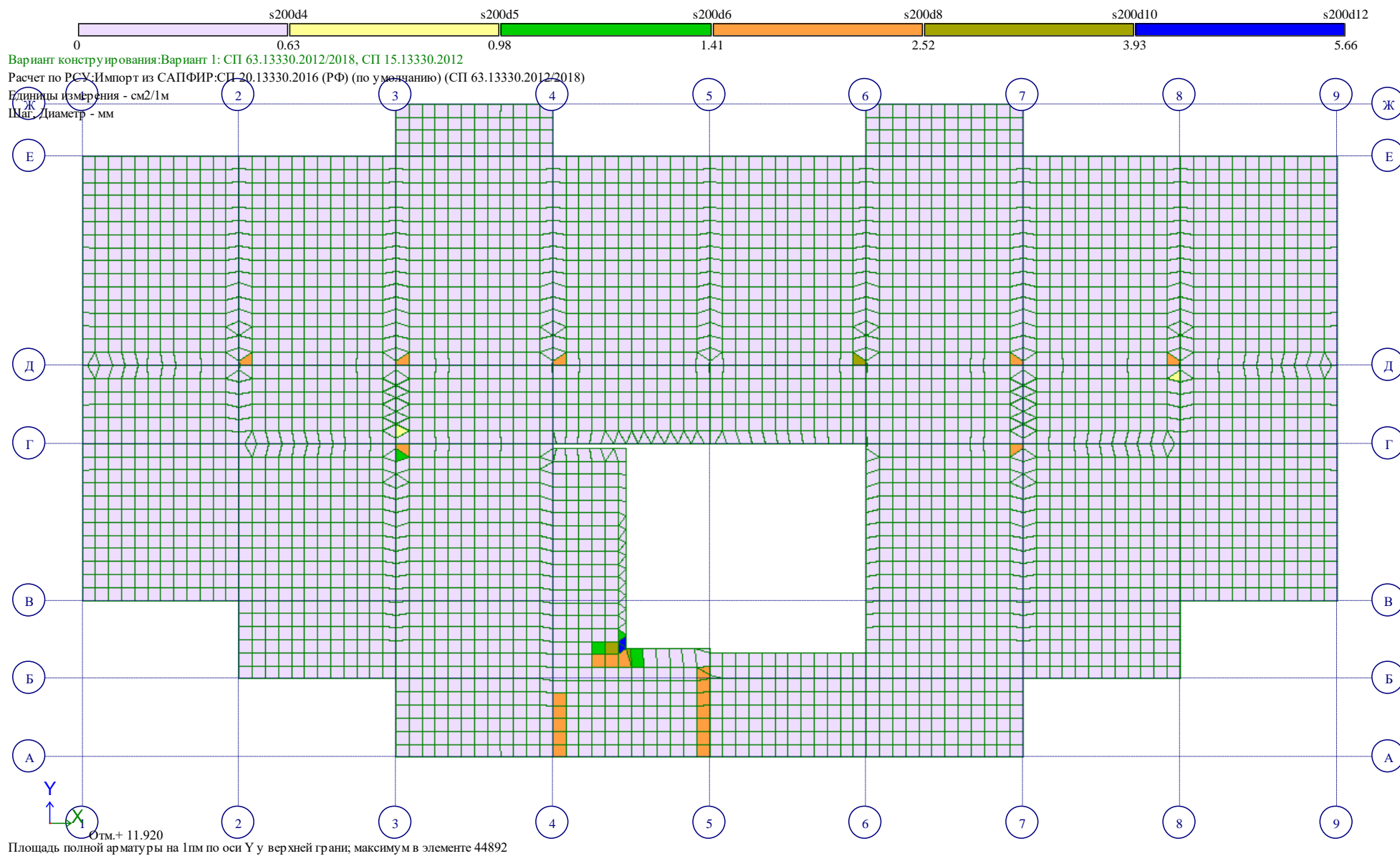


Рис. 13.19 Площадь полной арматуры на 1мм по оси Y у верхней грани

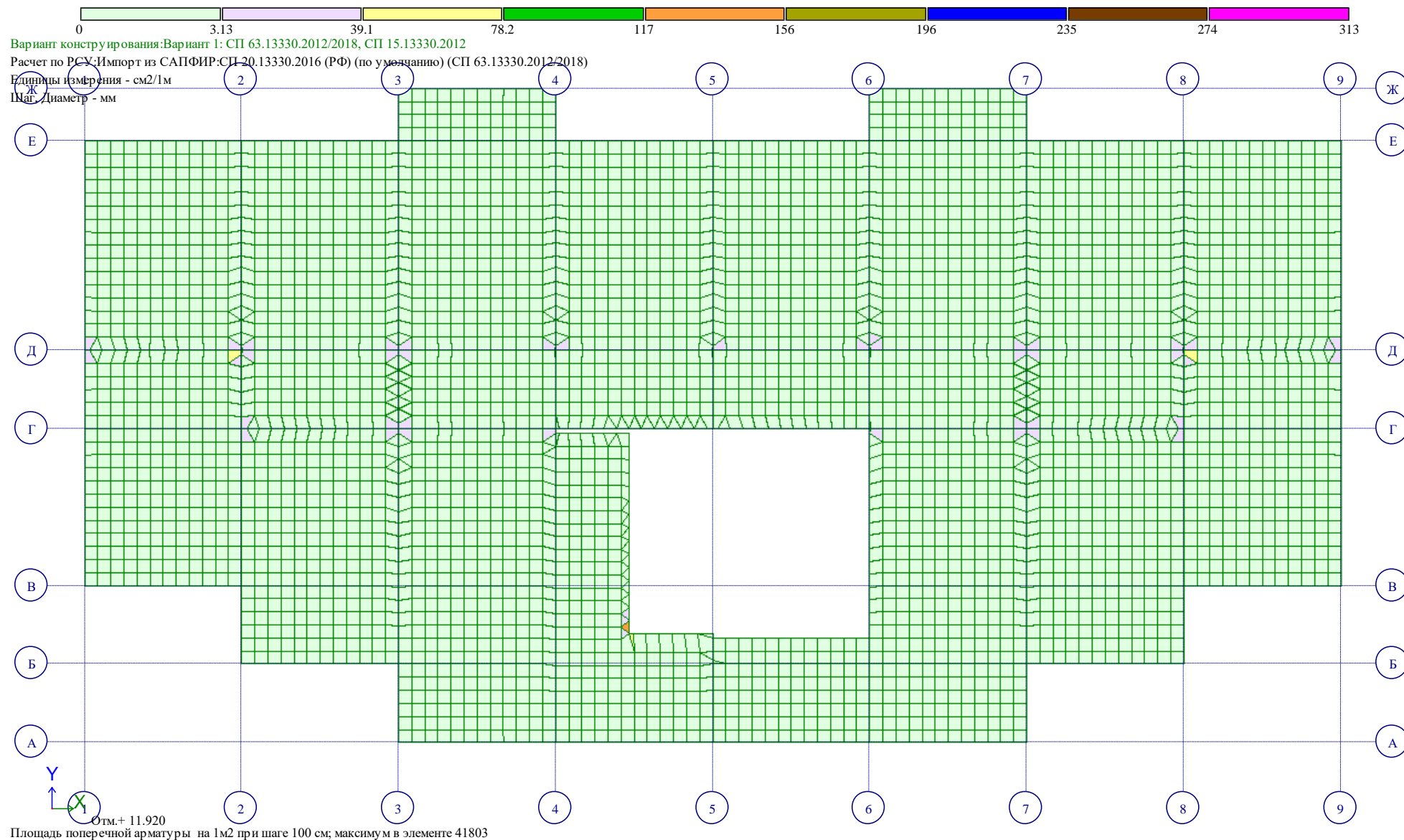
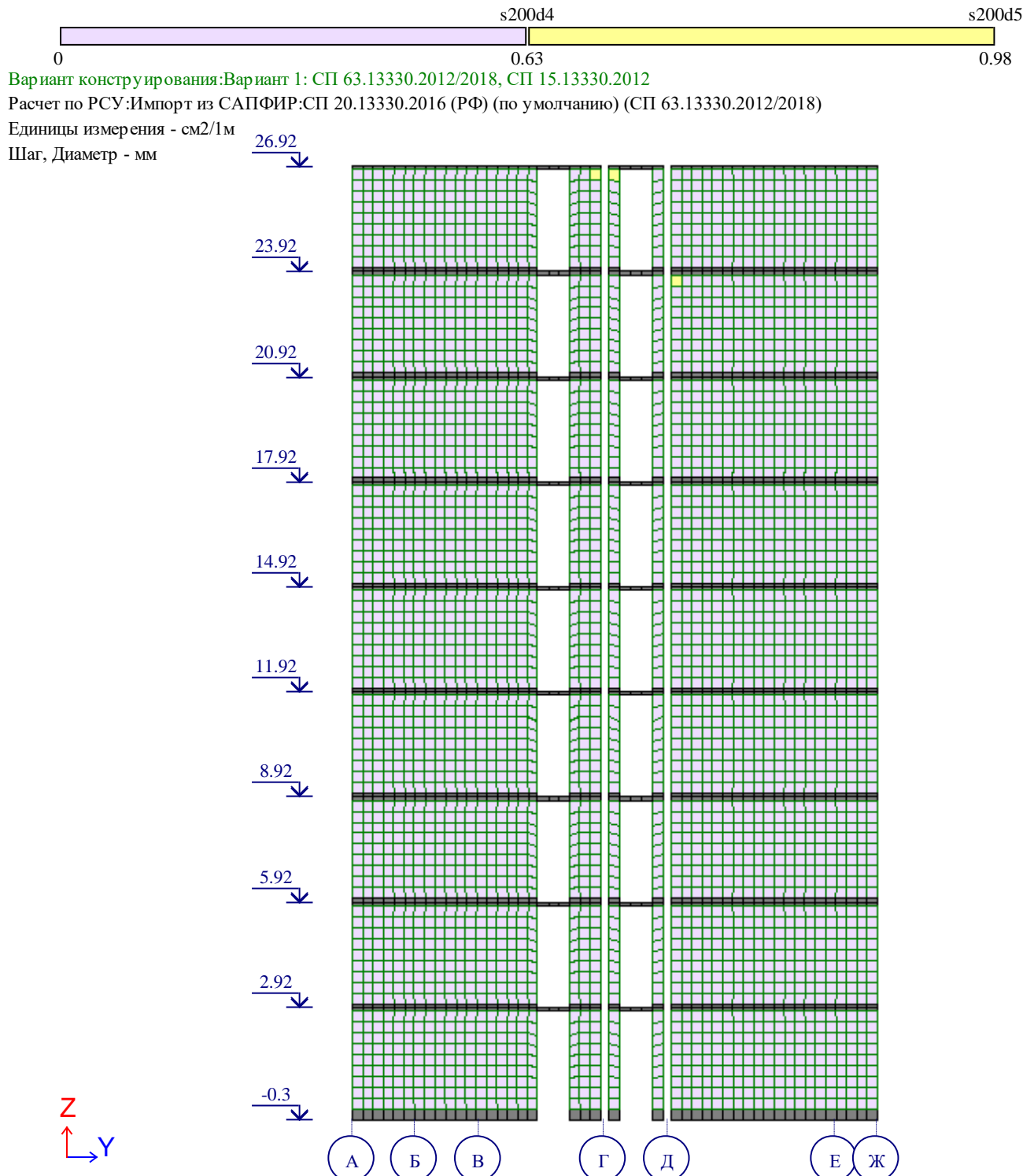


Рис. 13.20 Площадь поперечной арматуры в см² на 1м²

13.5 Армирование стены по оси 3



Площадь полной арматуры на 1пм по оси Y у нижней грани (балки-стенки - посередине); максимум в элементе 86641

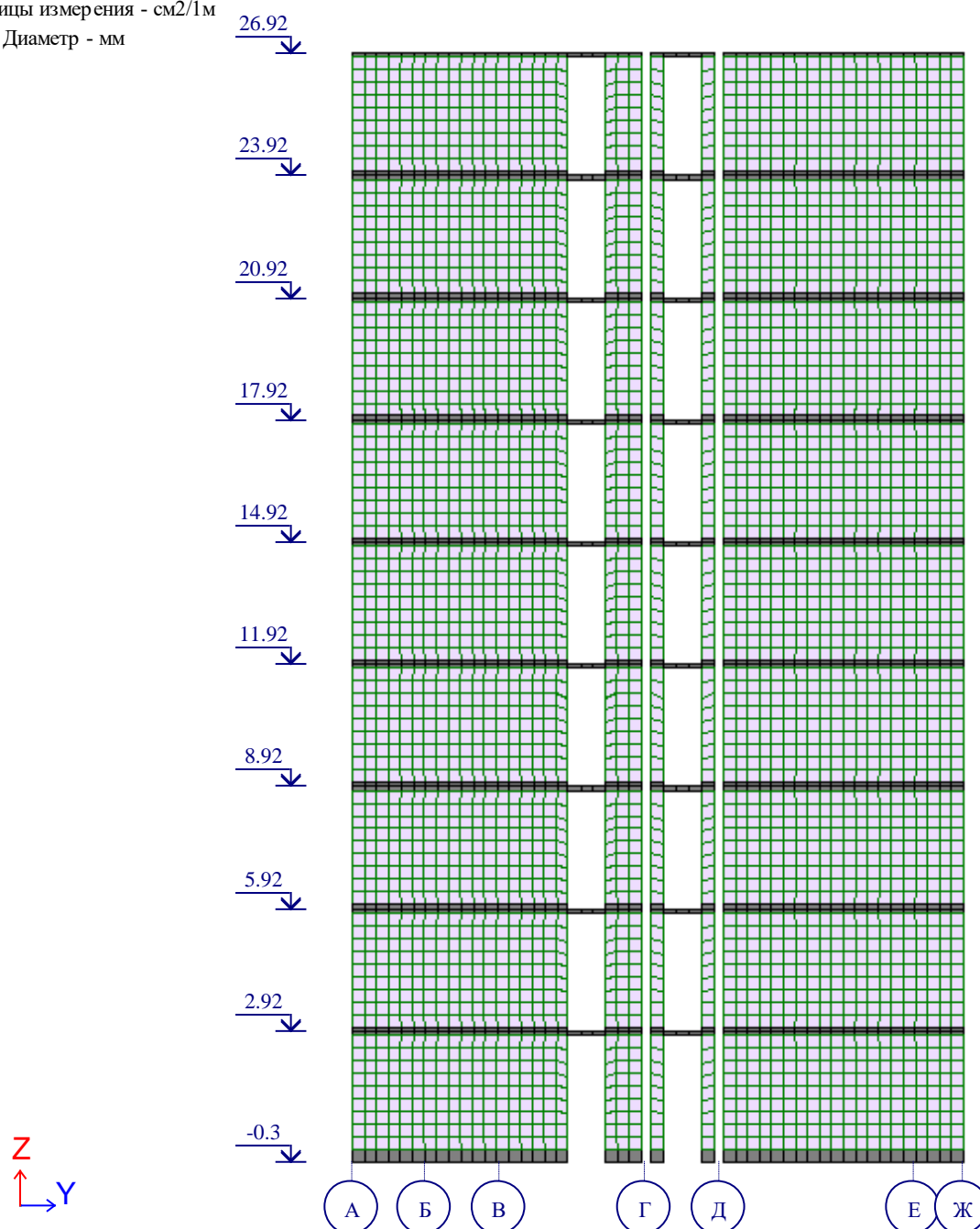
Рис. 13.21 Площадь полной арматуры на 1пм по оси Y у нижней грани (балки-стенки - посередине)

Вариант конструирования: Вариант 1: СП 63.13330.2012/2018, СП 15.13330.2012

Расчет по РСУ: Импорт из САПФИР: СП 20.13330.2016 (РФ) (по умолчанию) (СП 63.13330.2012/2018)

Единицы измерения - см²/1м

Шаг, Диаметр - мм



Площадь полной арматуры на 1м по оси Y у верхней грани; максимум в элементе 7726

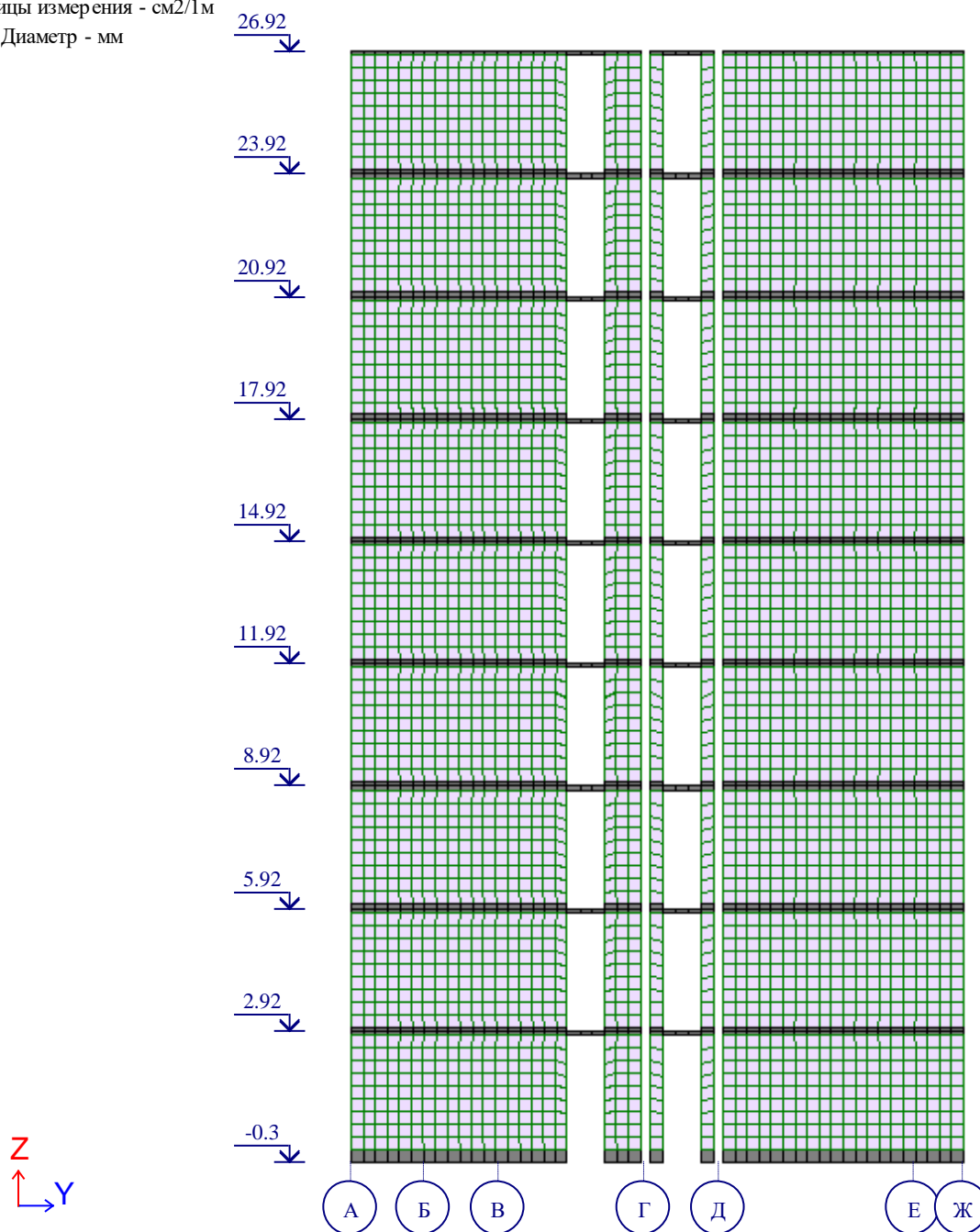
Рис. 13.22 Площадь полной арматуры на 1м по оси Y у верхней грани

Вариант конструирования: Вариант 1: СП 63.13330.2012/2018, СП 15.13330.2012

Расчет по РСУ: Импорт из САПФИР: СП 20.13330.2016 (РФ) (по умолчанию) (СП 63.13330.2012/2018)

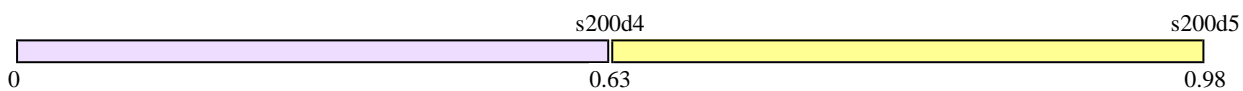
Единицы измерения - см²/1м

Шаг, Диаметр - мм



Площадь полной арматуры на 1м по оси X у нижней грани (балки-стенки - посередине); максимум в элементе 67090

Рис. 13.23 Площадь полной арматуры на 1м по оси X у нижней грани (балки-стенки - посередине)

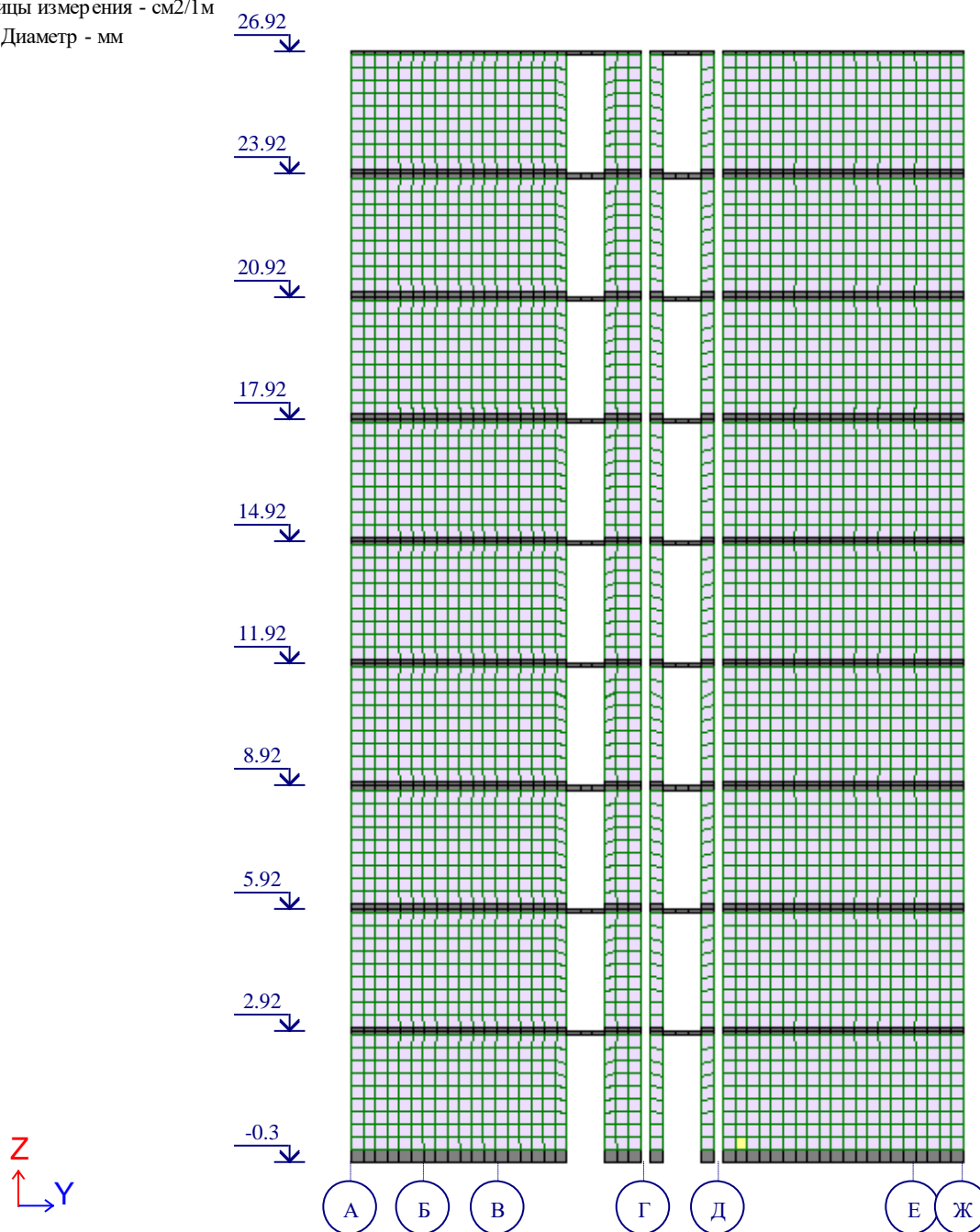


Вариант конструирования: Вариант 1: СП 63.13330.2012/2018, СП 15.13330.2012

Расчет по РСУ: Импорт из САПФИР: СП 20.13330.2016 (РФ) (по умолчанию) (СП 63.13330.2012/2018)

Единицы измерения - см²/1м

Шаг, Диаметр - мм



Площадь полной арматуры на 1м по оси X у верхней грани; максимум в элементе 7722

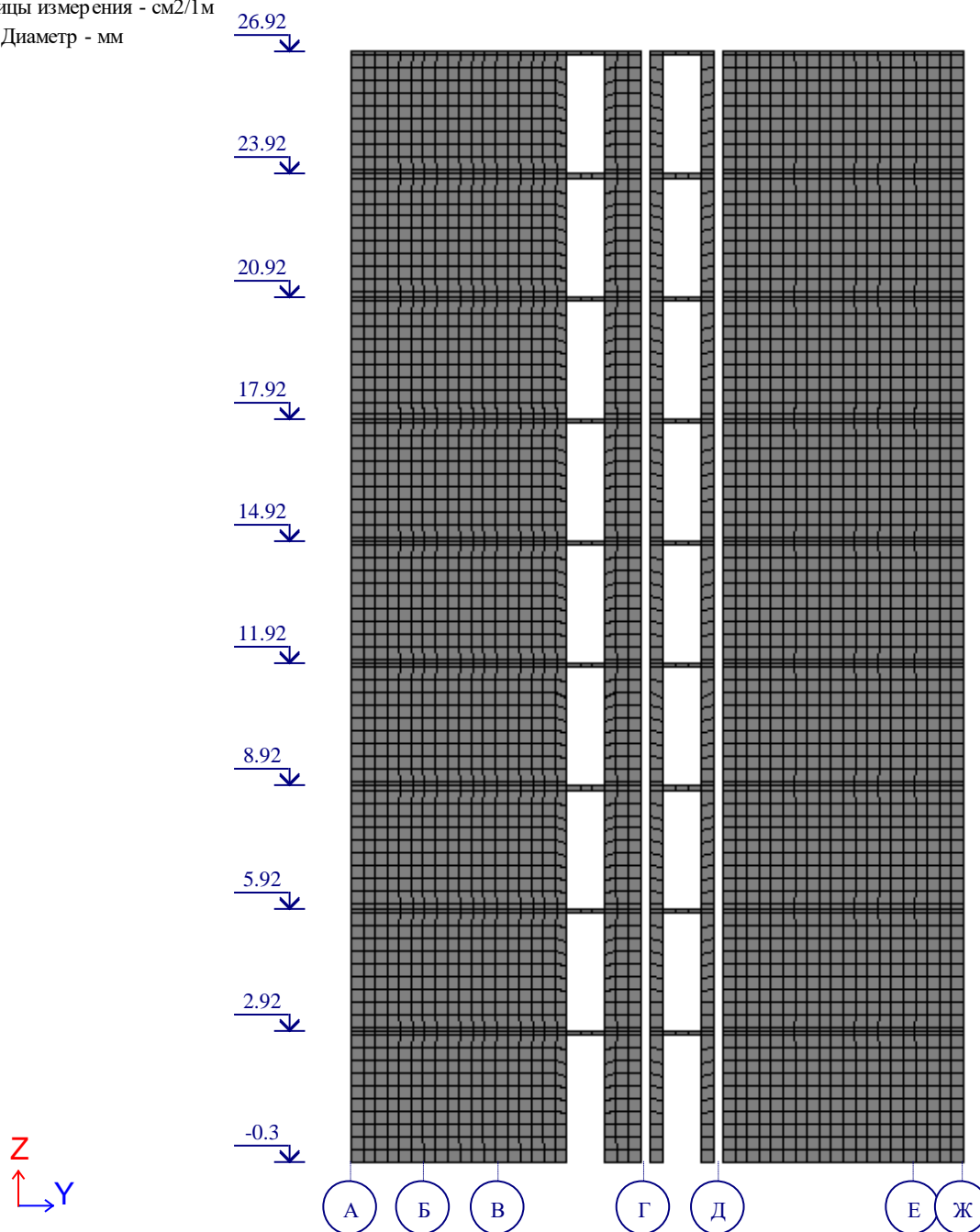
Рис. 13.24 Площадь полной арматуры на 1м по оси X у верхней грани

Вариант конструирования: Вариант 1: СП 63.13330.2012/2018, СП 15.13330.2012

Расчет по РСУ: Импорт из САПФИР: СП 20.13330.2016 (РФ) (по умолчанию) (СП 63.13330.2012/2018)

Единицы измерения - см²/1м

Шаг, Диаметр - мм



Площадь поперечной арматуры на 1м² при шаге 100 см; максимум в элементе 7722

Рис. 13.25 Площадь поперечной арматуры на 1м² при шаге 100 см

13.6 Армирование стены по оси 8

s200d4

0

0.63

Вариант конструирования: Вариант 1: СП 63.13330.2012/2018, СП 15.13330.2012

Расчет по РСУ: Импорт из САПФИР: СП 20.13330.2016 (РФ) (по умолчанию) (СП 63.13330.2012/2018)

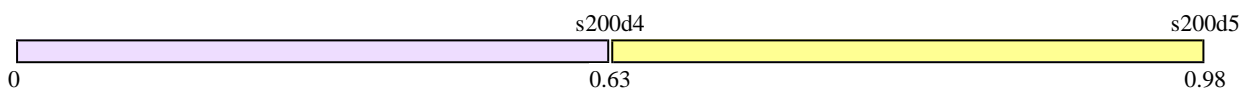
Единицы измерения - см²/1м

Шаг, Диаметр - мм



Площадь полной арматуры на 1пм по оси Y у нижней грани (балки-стенки - посередине); максимум в элементе 9576

Рис. 13.26 Площадь полной арматуры на 1пм по оси Y у нижней грани (балки-стенки - посередине)

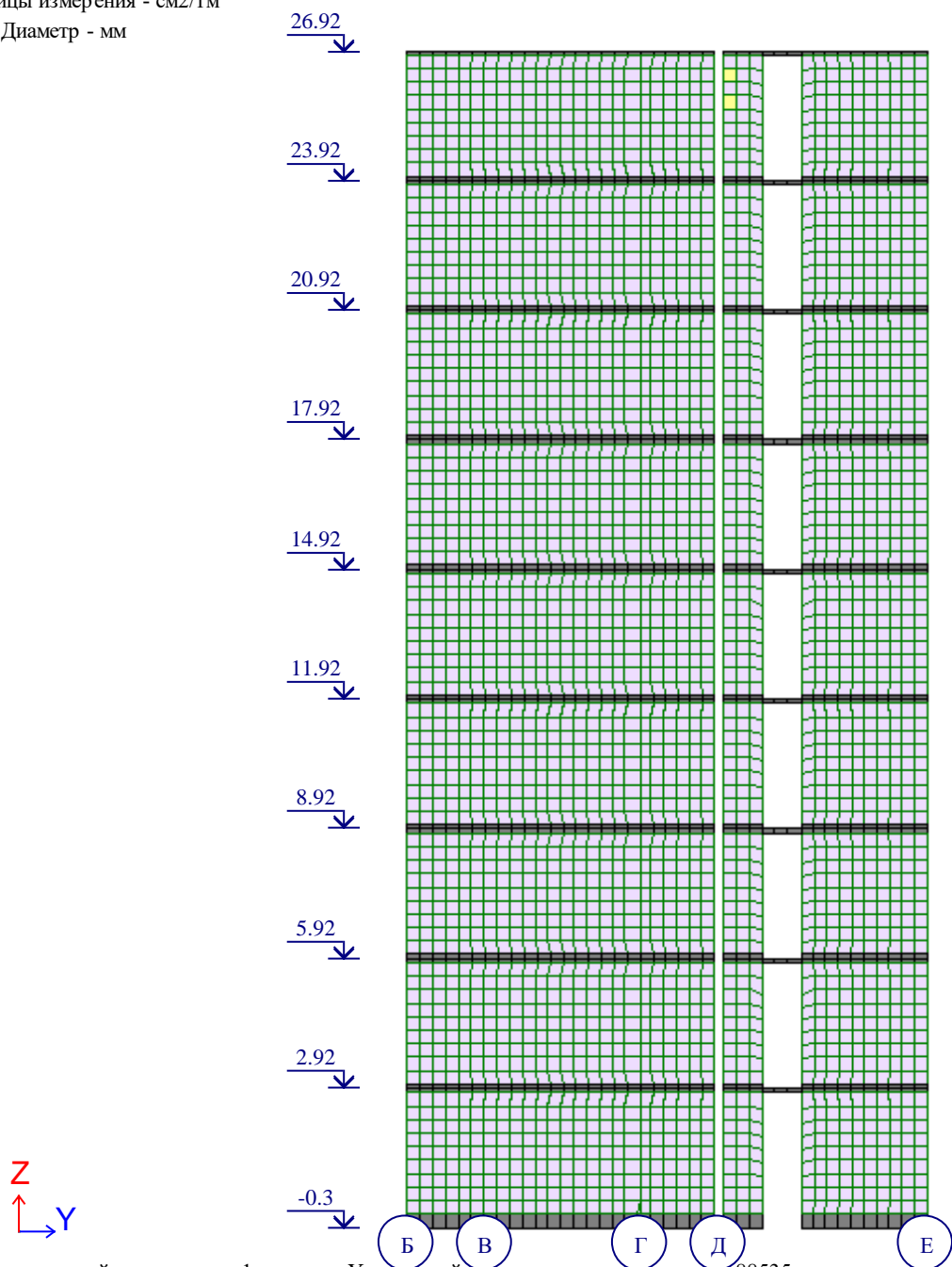


Вариант конструирования: Вариант 1: СП 63.13330.2012/2018, СП 15.13330.2012

Расчет по РСУ: Импорт из САПФИР: СП 20.13330.2016 (РФ) (по умолчанию) (СП 63.13330.2012/2018)

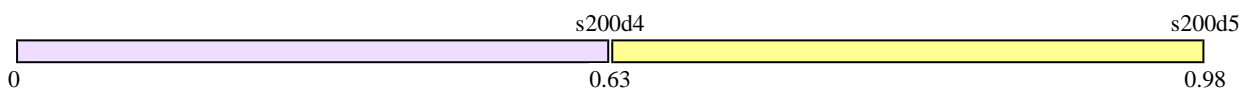
Единицы измерения - см²/1м

Шаг, Диаметр - мм



Площадь полной арматуры на 1м по оси Y у верхней грани; максимум в элементе 88535

Рис. 13.27 Площадь полной арматуры на 1м по оси Y у верхней грани

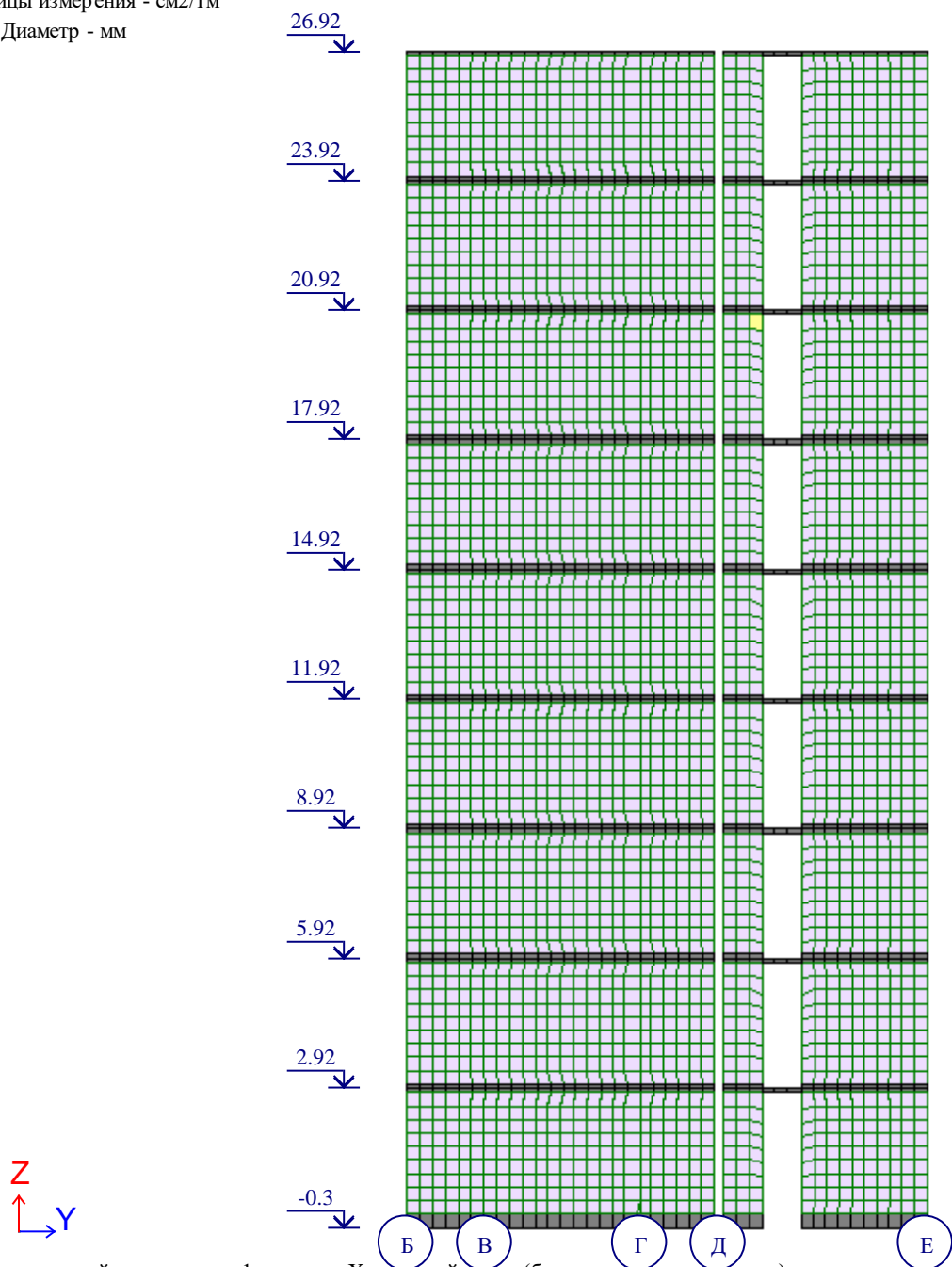


Вариант конструирования: Вариант 1: СП 63.13330.2012/2018, СП 15.13330.2012

Расчет по РСУ: Импорт из САПФИР: СП 20.13330.2016 (РФ) (по умолчанию) (СП 63.13330.2012/2018)

Единицы измерения - см²/1м

Шаг, Диаметр - мм



Площадь полной арматуры на 1пм по оси X у нижней грани (балки-стенки - посередине); максимум в элементе 68926

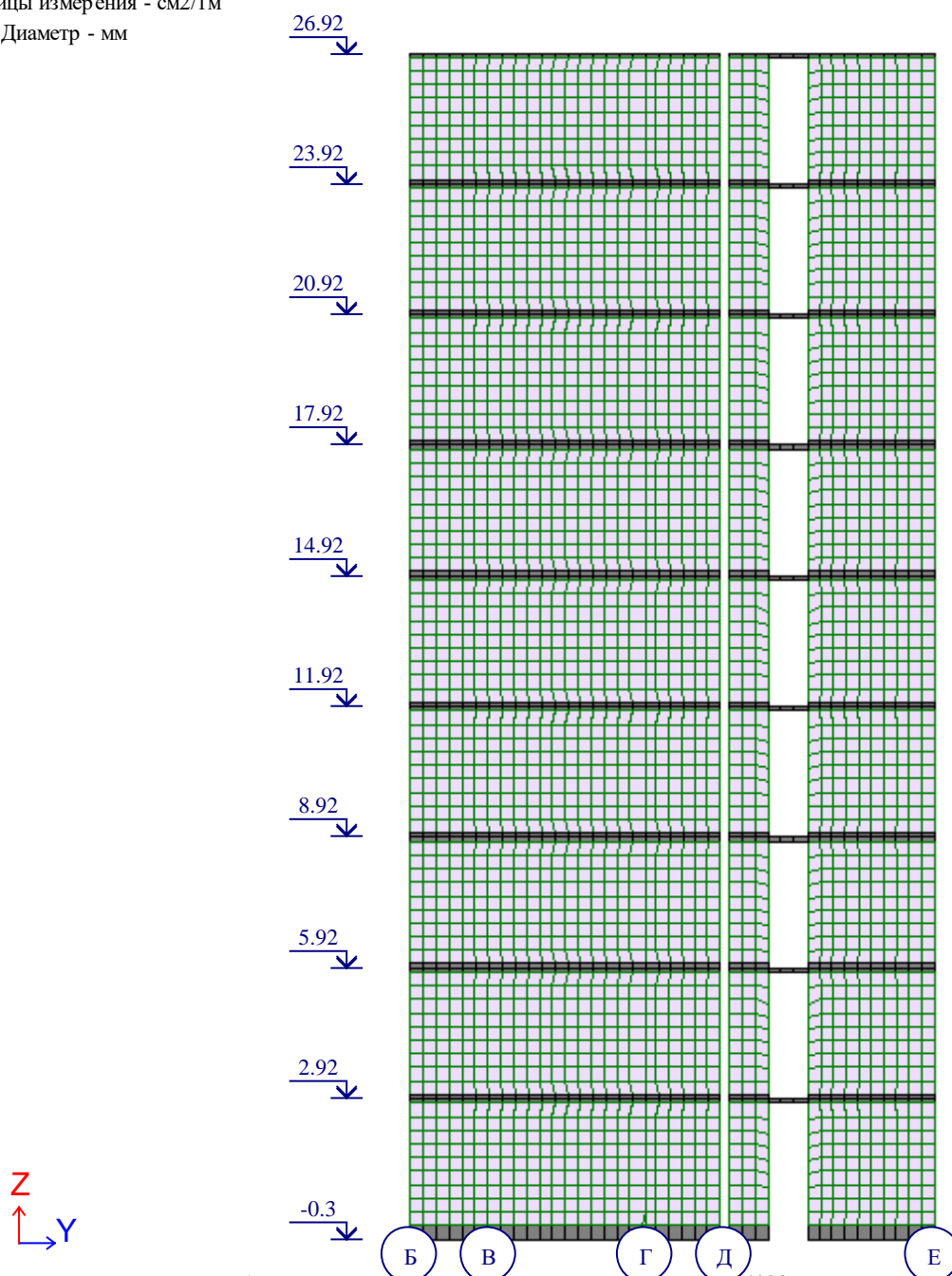
Рис. 13.28 Площадь полной арматуры на 1пм по оси X у нижней грани (балки-стенки - посередине)

Вариант конструирования: Вариант 1: СП 63.13330.2012/2018, СП 15.13330.2012

Расчет по РСУ: Импорт из САПФИР: СП 20.13330.2016 (РФ) (по умолчанию) (СП 63.13330.2012/2018)

Единицы измерения - см²/1м

Шаг, Диаметр - мм



Площадь полной арматуры на 1м по оси X у верхней грани; максимум в элементе 49285

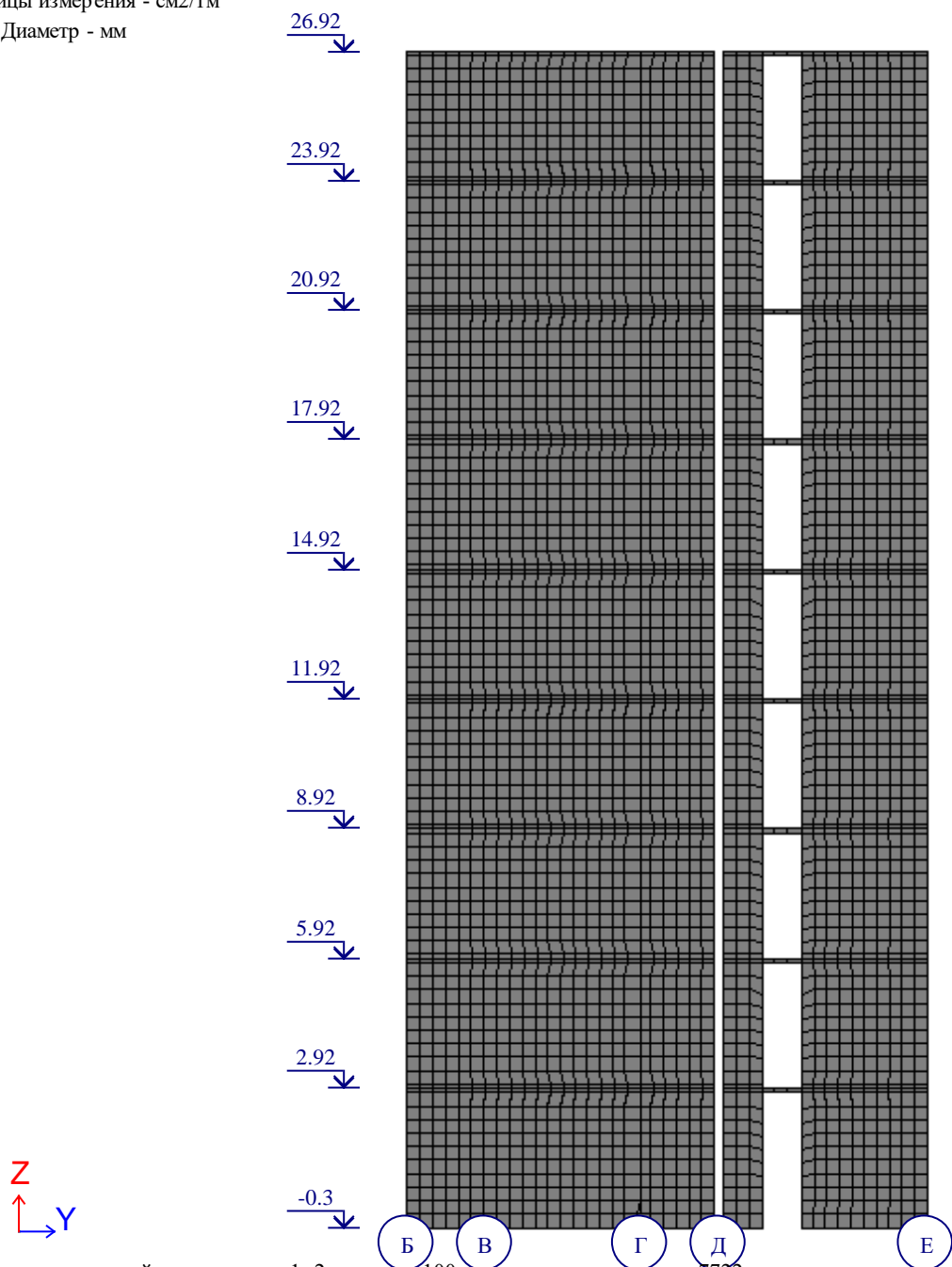
Рис. 13.29 Площадь полной арматуры на 1м по оси X у верхней грани

Вариант конструирования: Вариант 1: СП 63.13330.2012/2018, СП 15.13330.2012

Расчет по РСУ: Импорт из САПФИР: СП 20.13330.2016 (РФ) (по умолчанию) (СП 63.13330.2012/2018)

Единицы измерения - см²/1м

Шаг, Диаметр - мм



Площадь поперечной арматуры на 1м² при шаге 100 см, максимум в элементе 7722

Рис. 13.30 Площадь поперечной арматуры на 1м² при шаге 100 см

14 Выводы

- 1 По условиям достижения предельных деформаций по СП 22.13330.2011 Приложение Д таблица Д.1 пункт 3.1 (многоэтажные бескаркасные здания из крупных панелей) значение предельной средней осадки равно 12 см (для сооружений на едином монолитном фундаменте неразрезной конструкции...).

На рисунке «Изополя перемещений по Z (осадка) от РСН__ (суммы всех вертикальных статических нормативных длительных нагрузок)» видим максимальное значение перемещения плитного ростверка (осадку) равную __ мм, т.е. максимальное значение осадки ниже предельных значений.

- 2 По условиям достижения предельных горизонтальных перемещений по СП 20.13330.2016 Приложение Д таблица Д.4 пункт 1 (многоэтажные здания) предельное горизонтальное перемещение здания ограничивается величиной $h/500$, где h – высота здания от верха фундамента до оси ригеля покрытия. В нашем случае $h=x$ м. Значит предельная величина отклонения от вертикали здания равна $f=x/500=$ __ м=__ мм.

На рисунке «Изополя перемещений по X от РСН__ (суммы всех вертикальных статических нормативных нагрузок)» видим максимальное значение перемещения верха здания равное __ мм, а на рисунке «Изополя перемещений по Y от РСН__» видим значение __ мм.

Оба этих значения меньше предельно допустимого.

- 3 Максимально возможное ускорение колебаний было получено от ветровой нагрузки по оси Y – см. рис. «Мозаика ускорений "ветер по Y"» в разделе «Результаты статического и динамического расчета». По параметрам обеспечения динамической комфортности при коэффициенте надежности по ветровой нагрузке равном 0.7 данное сооружение удовлетворяет заданному ограничению: $___/2=$ __ мм/с² < 80 мм/с² (поскольку в расчетной модели ветровая средняя нагрузка была задана с коэффициентом надежности равном 1.4, то для получения ускорения при коэффициенте надежности 0.7 достаточно разделить полученное ускорение на 2, или умножить на 0.7/1.4);
- 4 На рисунках «Первая форма потери устойчивости от РСН__» видим, что в первой форме теряет устойчивость стена между лестничной клеткой и лифтовыми шахтами, что ожидаемо, поскольку данная стена не имеет раскрепления в уровнях диска перекрытия. Однако, коэффициент запаса к этой первой форме равен __, т.е. чтобы произошла такая потеря устойчивости, необходимо почти в __ раз увеличить нагрузку. Таким образом, можно считать, что несущая способность по устойчивости формы обеспечена.
- 5