

**РАСЧЕТ: Монолитного железобетонного каркасного здания на
основное и особое сочетание нагрузок.**

**ОБЪЕКТ: “Сирдарё вилояти Гулистон шаҳар Сайқал МФЙ
Ислом Каримов шох кучаси 62-уй ҳудудида янги “ИТ ПАРК”
биноси”**



РАСЧЕТНАЯ ТЕТРАДЬ

(БЛОК Б)

Расчеты выполнил:

Мардонов Аббос

Ташкент 2026г.

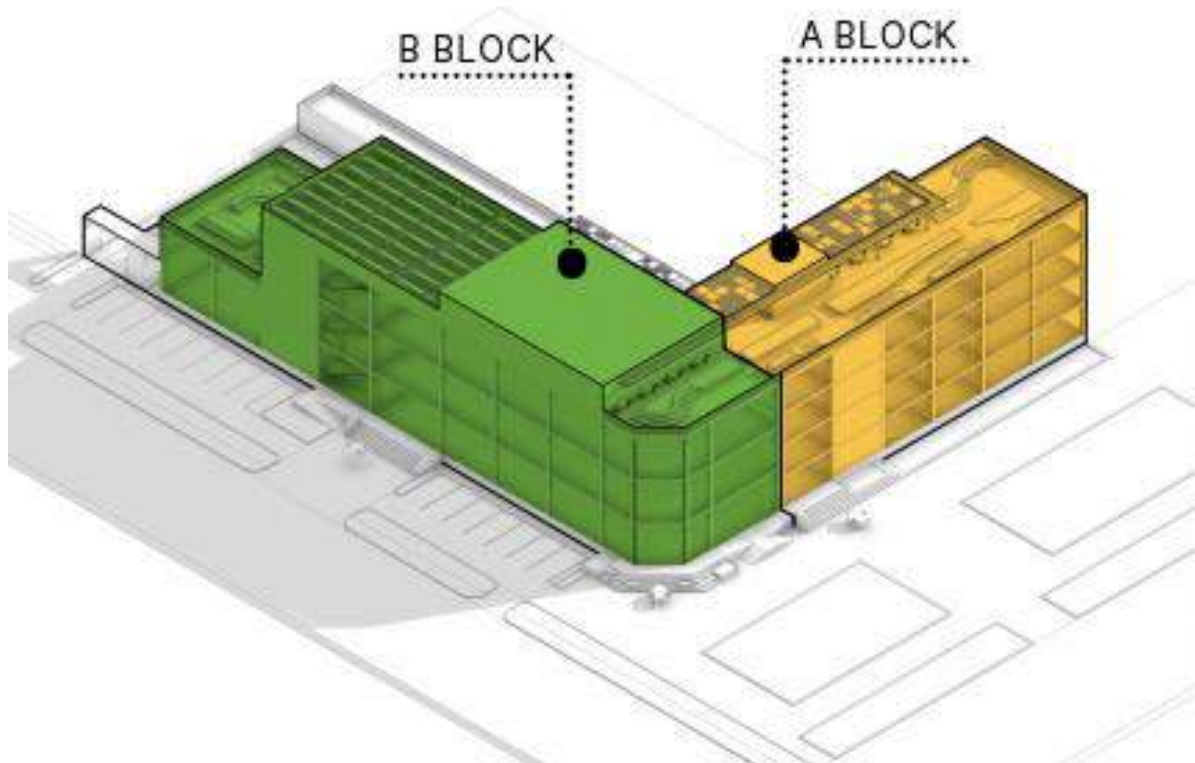
Содержание

Содержание.....	2
1 ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТНОЙ СХЕМЫ.....	3
Общие данные.....	3
1.1 Жесткости.....	7
Описание несущего конструкция проектируемого здания.....	8
2 РАСЧЕТНЫЕ НАГРУЗКИ И СОЧЕТАНИЯ.....	15
3 ПРОТОКОЛ РАСЧЕТА.....	22
4 РЕЗУЛЬТАТЫ ДИНАМИЧЕСКОГО РАСЧЕТА.....	29
Деформации и перемещения от статических нагрузок.....	32
5 АРМИРОВАНИЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ.....	33
Схема армирования элементов.....	34
Арматура: пояснительная записка.....	37
5.1 Армирование элементов фундамента.....	40
5.2 Армирование колонн каркаса.....	44
5.2.1 Жесткости.....	44
5.3 Армирование ригелей.....	47
5.3.1 Армирование ригелей на отметке +4.00 и +8.00.....	47
5.3.2 Армирование ригелей на отметке +12.00.....	49
5.3.3 Армирование ригелей на отметке +16.00.....	51
5.3.4 Армирование ригелей на отметке +18.10.....	53
5.3.5 Армирование ригелей на отметке +19.30.....	55
5.4 Армирование плита перекрытия.....	57
5.4.1 Армирование на отметке +4.00.....	57
5.4.2 Армирование на отметке +8.00.....	59
5.4.3 Армирование на отметке +12.00.....	61
5.4.4 Армирование на отметке +16.00.....	63
5.4.5 Армирование на отметке +19.30.....	65
6 Результаты расчёта металлоконструкций.....	67
6.1 Жесткости.....	67

1 ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТНОЙ СХЕМЫ

Общие данные

Настоящий расчет конструкций выполнен с применением автоматизированного программного комплекса «Лира-Сапр 22» по объекту: «Сирдарё вилояти Гулистон шаҳар Сайқал МФЙ Ислоҳ Каримов шоҳ кучаси 62-уй ҳудудида янги “ИТ ПАРК” биноси»



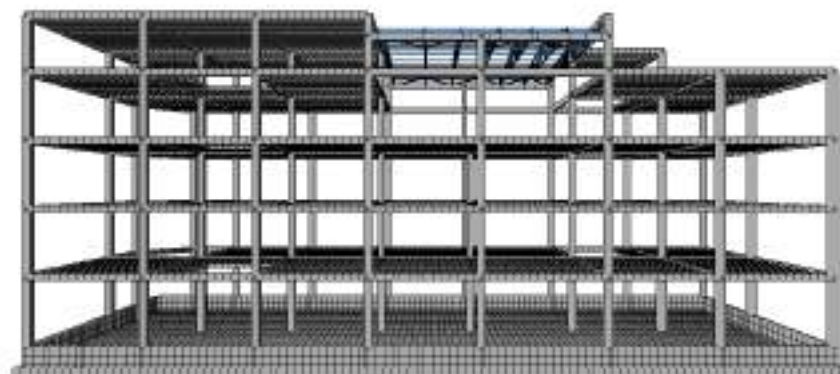
Комплекс реализует конечно-элементное моделирование статических и динамических Расчетно-элементных схем, проверку устойчивости, выбор невыгодных сочетаний усилий, подбор арматуры железобетонных конструкций, проверку несущей способности стальных конструкций. В ПК “ЛИРА САПР 22” реализованы положения следующих разделов КМК:

- КМК 2.01.07-96 Нагрузки и воздействия;*
- КМК 2.03.01-96 Бетонные и железобетонные конструкции;*
- КМК 2.01.03-19 Строительство в сейсмических районах*

Проект разработан для следующих природно-климатических условий:

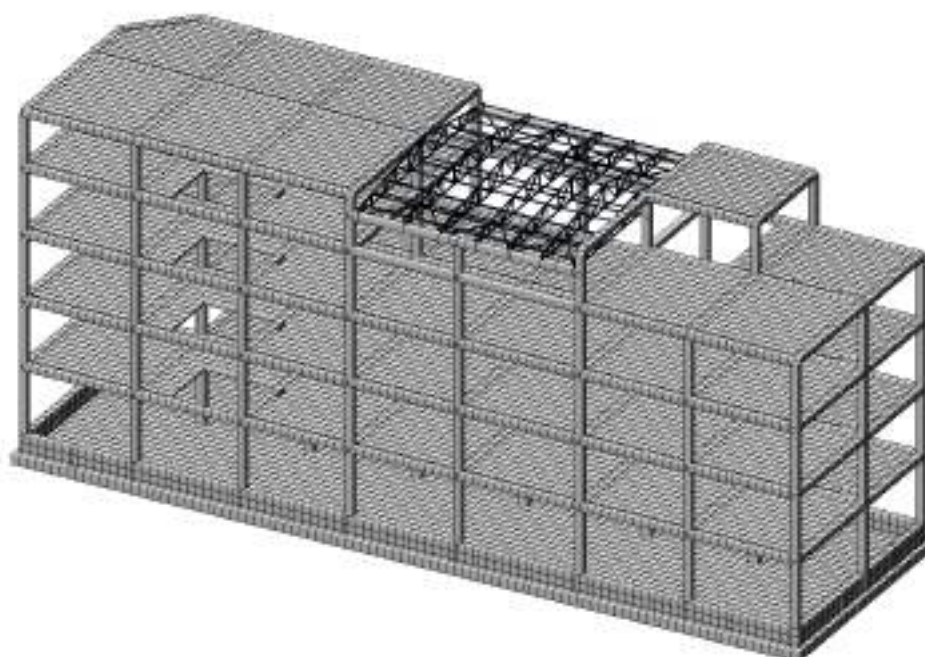
- Нормативное ветровое давление согласно КМК 2.01.07-96 – 38кг/м^2
(I ветровой район, тип местности Б);*
- Нормативная снеговая нагрузка согласно КМК 2.01.07-96 – 50кг/м^2
(I снеговой район);*
- Сейсмичность района строительства – 7 баллов, площадки строительства – 8 баллов;*
- Категория грунтов по сейсмическим свойствам – III;*
- Расчетная сейсмичность участка строительства – 8 баллов.*

1848 B2_3D

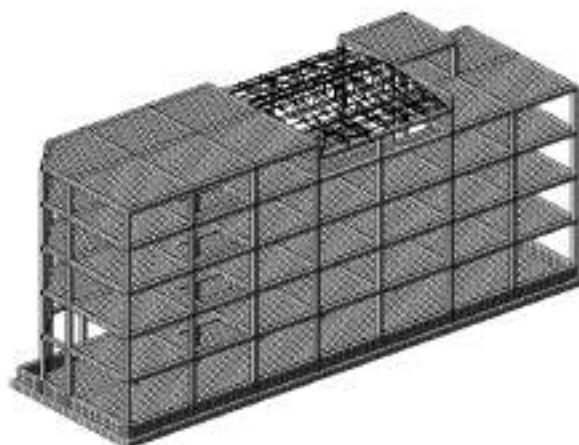


Puc. 1.1 Blok B2_3D

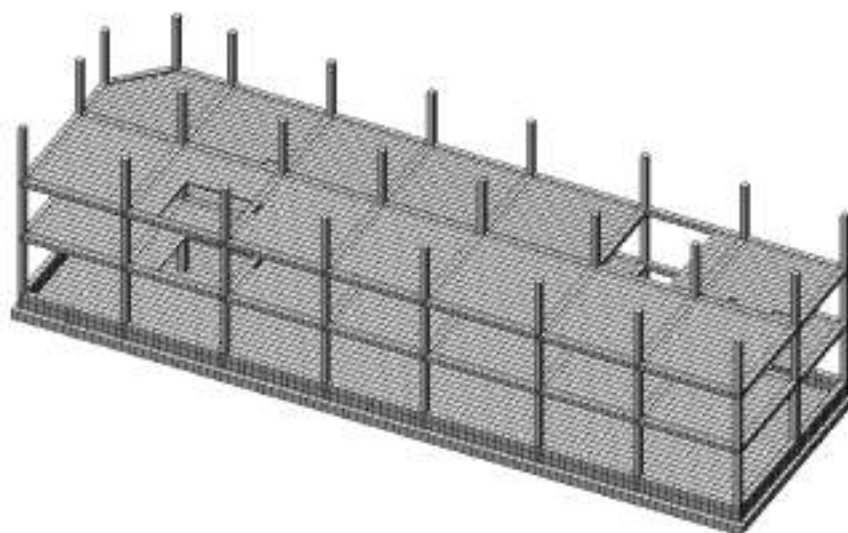
1848 B2_3D



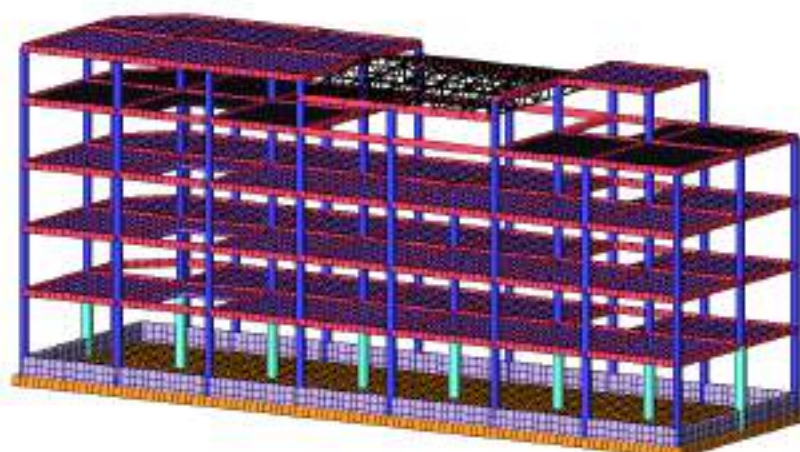
Puc. 1.2 Blok B2_3D(2)



Puc. 1.3 Blok B2_3D(3)



Puc. 1.4 Blok B2_3D(4)



Puc. 1.5 Blok B2_3D(5)

1.1 Жесткости

Таблица 1.1 Жесткостные характеристики

Таблица 1.1 Жесткостные характеристики. Стержни

Цвет	Номер	Имя	ГОСТ	Комментарий	E, т/м2	RO, т/м3	EF, т	Ely, т*м2	Elz, т*м2	GIk, т*м2	Y1, см	Y2, см	Z1, см	Z2, см	Ru_Y, см	Ru_Z, см	q, м/м	GFy, т	GFz, т
	1	1. Прямая голая труба 60 x 3	ГОСТ 30245-2012		-	0.005	13885.066	7.375	7.375	4.556	1.771	1.771	1.771	1.771	0.000	0.000	0.005	2310.737	2310.746
	2	2. Прямая голая труба 60 x 4	ГОСТ 30245-2012		-	0.007	17960.260	9.138	9.138	5.799	1.696	1.696	1.696	1.696	0.000	0.000	0.007	3047.543	3047.558
	3	3. Прямая голая труба 80 x 60 x 5	ГОСТ 30245-2003		-	0.010	25963.605	21.678	13.767	10.819	1.768	1.768	2.087	2.087	0.000	0.000	0.010	3483.420	5362.630
	4	4. Прямая голая труба 80 x 60 x 3	ГОСТ 30245-2003		-	0.006	16405.807	14.709	9.423	7.047	1.915	1.915	2.241	2.241	0.000	0.000	0.006	2139.360	3272.901
	5	Брус 40 x 40	-	Column	300000.000	2.500	4800.000	6400.000	6400.000	4300.800	6.667	6.667	6.667	6.667	0.000	0.000	0.400	16000.000	16000.000
	6	Брус 40 x 40	-	Beam	300000.000	2.500	4800.000	6400.000	6400.000	4480.000	6.667	6.667	6.667	6.667	0.000	0.000	0.400	16666.672	16666.672
	7	Брус 50 x 50	-	Column	300000.000	2.500	75000.000	15625.000	15625.000	10937.500	8.333	8.333	8.333	8.333	0.000	0.000	0.625	26041.672	26041.672

Таблица 1.1 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
	8	Пластина H 18	Slab1	3000000.000	2.500	0.200	0.000	0.000	0.000	18
	9	Пластина H 20	Slab2	3000000.000	2.500	0.200	0.000	0.000	0.000	20
	10	Пластина H 40	фундамент	2750000.000	2.500	0.200	0.000	0.000	0.000	40
	11	Пластина H 50	фундамент	3000000.000	2.500	0.200	0.000	0.000	0.000	50

Описание несущего конструкция проектируемого здания

В качестве задания представлены чертежи раздела АР и КЖ.
Конструктивная система здания принята - рамная по КМК2.01.03-2019,
таблице 3.1.п. 1.2.2а). Конструктивно представляет собой пространственный железобетонный каркас с жесткими узлами с заполнением из кладки, не участвующей в восприятии сейсмических нагрузок.

При назначении габаритных размеров здания в плане, шага рам, величины пролетов были соблюдены рекомендации п3.1.1 КМК 2.01.03-19 Строительство в сейсмических районах.

Основные элементы конструкции здания: Здание регулярное по высоте.
Количество этажей: 5 надземных этажей по 4 м.

Фундамент запроектирован в виде монолитной железобетонной плиты высотой 500 мм из тяжелого бетона класса В25 W8, арматура А400.

Колонна здания: монолитные железобетонные, с размерами 400х400мм и 500х500мм из бетона класса В25, арматура А400.

Ригель здания: монолитные железобетонные, с размерами 400х400 мм из бетона класса В25, арматура А400.

Плиты перекрытий и покрытия: монолитные толщиной 180мм и 200мм из бетона класса В25, арматура А400.

Лестничные марши и площадки: монолитные железобетонные из бетона класса В25, арматура А400, жестко связанные с несущим каркасом здания.

При выполнении расчетов учтены следующие инженерно-геологические условия природно-климатические условия.

**QURILISHDA MUHANDISLIK QIDIRUVLARI
GEOAXBOROT VA SHAHARSOZLIK KADASTRI
LOYIHA ILMIY-TEKSHIRISH INSTITUTI**

**«O'ZGASHKLITI»
Sirdaryo viloyat filiali**

**MUHANDISLIK-GEOLOGIYA SHAROITLARI XULOSASI
(Rus tilida)**

**Ob'ektning nomi: Sirdaryo viloyati Guliston shahar Sayqal MFY Islom
Karimov shoh ko'chasi 62 uy hududida "IT PARK" binosi.**

**Buyurtmachi: "Dasturiy Mahsulotlar va Axborot
Parki Direksiya" MCHJ**

texnologiyakari Texnologik

**«O'ZGASHKLITI»
Sirdaryo viloyat filiali direktori**

Kuramatov K.R

Muhandis geolog

Gadoyev U.



Ushbu mahsulot "Ma'rifatlik huquqi va boshqa huquqlar
to'g'risida"gi qonunga binoan "Qurilishda muhandislik qidiruvlari
geosizirani va shaharsozlik kadastri Loyiha ilmiy-tekshirish
dastur markazi" mahsulotini to'liq yoki qisman nusxa ko'chirish,
ko'paytirish, tarqatish va boshqa shartlarga berilganlik va
qonun hujjatida O'zbekiston Respublikasi qonunlariga muvofiq
juz'iyatiga ta'limotiga olib boradi.

**Sirdaryo viloyati Guliston shahar,
A.Yussaviy ko'chasi 16 uy
Tel.: (99867) 216-09-16
Faks: (99867) 216-09-16
E-mail: uzgashkliti_guliston@mail.ru**

Guliston sh. – 2025 y.

Первый инженерно-геологический элемент (ИГЭ-1) - включает в себя супеси коричневого цвета, залегающие выше уровня подземных вод, макropopиpнoсть, пpocадoчные при допoлнительных нагрузках, от твёрдой до текучей консистенции.

Вскрытая мощность грунтов данного элемента составляет 9,5 м.

Грунты данного элемента пpocадoчные при допoлнительных нагрузках.

Тип грунтовых условий по пpocадoчности – **I (первый)**.

Средние характеристики грунтов ИГЭ-1 приведены в табл. 2. текста и в приложении 1.3.

Таблица 2

Средние значения характеристик грунтов ИГЭ-1

Наименование характеристики	Ед. изм.	Средние значения	Расчётные значения	
			при $\alpha = 0,85$	при $\alpha = 0,95$
Плотность грунта	т/м ³	1,84	1,81	1,80
Плотность грунта в сухом состоянии	т/м ³	1,45		
Плотность частиц грунта	т/м ³	2,68		
Пористость	%	45,9		

3

Коэффициент пористости	б/р	0,850		
Влажность природная	%	26,8		
Степень влажности	б/р	0,85		
Влажность на пределе текучести	%	25,3		
Влажность на пределе раскатывания	%	19,6		
Число пластичности	%	5,7		
Показатель текучести	б/р	>1,0		
Удельное сцепление	кПа	10,0	6,0	4,0
Угол внутреннего трения	град.	27	25	24
Модуль деформации:				
При природной влажности	МПа	5,0		
При водонасыщении	МПа	4,0		
Относительная пpocадoчность				
При P = 0,1 МПа	б/р			
0,2 МПа				
0,3 МПа				
Начальное пpocадoчное давление	МПа			
Примечания: прочностные и пpocадoчные характеристики грунта приведены из региональных таблиц «Таблицы нормативных и расчётных показателей свойств лёссовых грунтов Узбекистана».				

4. Выводы и рекомендации

Основанием фундамента, будут служить грунты ИГЭ-1, ИГЭ-2 нормативные и расчетные значения физических, прочностных и деформационных характеристик которых приведены в табл. 2, 3 текста и прил.1.3.

Грунты ИГЭ-1 на исследованном участке просадочные при дополнительных нагрузках.

Тип грунтовых условий по просадочности – I (первый).

Грунты ИГЭ-2 на исследованном участке водонасыщенные, от пластичной до текучей консистенции.

Грунты на исследованном участке по содержанию легкорастворимых солей слабозасоленные, согласно таблице Б.22 ГОСТ 25100-2020.

Согласно табл. 4 КМК 2.03.11-96 грунты оцениваются, сильноагрессивные к бетонам на портландцементе по ГОСТ 10178-85* и неагрессивные к бетонам на сульфатостойких цементах по ГОСТ 22266-94, для сухой зоны.

По отношению к железобетонным конструкциям грунты, по содержанию ионов $СГ$ и ионов SO_4^{2-} (в пересчете на ионы $СГ$) оцениваются как среднеагрессивные.

Подземные воды в период исследований (сентябрь 2025 г.) вскрыт на глубинах 1,6 м от поверхности земли.

Подземные воды на расчетный максимум следует ожидать на глубинах 0,6 м от поверхности земли.

Подземные воды, согласно таблице 6 КМК 2.03.11-96, сильноагрессивные к бетонам на портландцементе по ГОСТ 10178-85*, неагрессивные к бетонам на сульфатостойких цементах по ГОСТ 22266-94.

По содержанию хлоридов слабоагрессивные на арматуру железобетонных конструкций при периодическом смачивании. (таблица 7 КМК 2.03.11-96)

Сейсмичность участка оценивается согласно приложению 1 КМК 2.01.03-19 (по н. п. Гулестон) 7 баллов с повторяемостью 1 раз за 100 лет.

Категория грунтов по сейсмическим свойствам – III (третья).

Сейсмичность рассматриваемой площадки рекомендуется принять равной 8 баллов.

Опасные геологические процессы – сейсмичность.

Максимальная возможная глубина сезонного промерзания грунтов, согласно табл.13 СНиС 2.02.01-22, составляет:

48 см – с повторяемостью 1 раз в 10 лет,

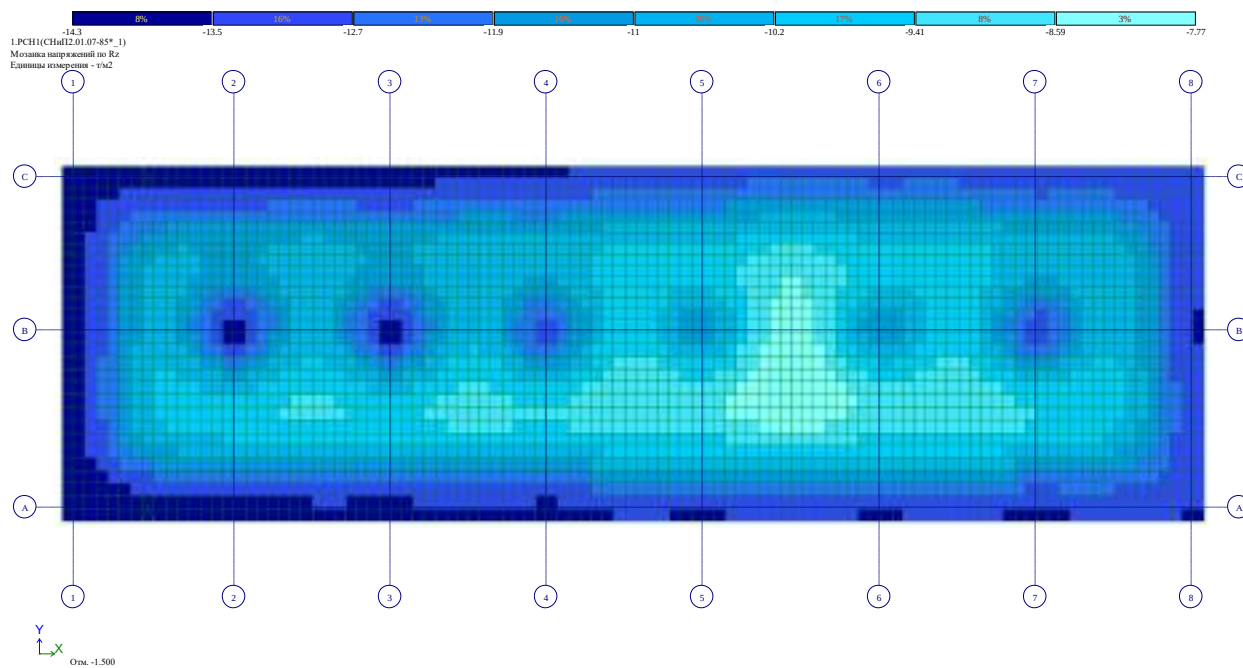


Рис. 2.1 Мозаика напряжений по Rz

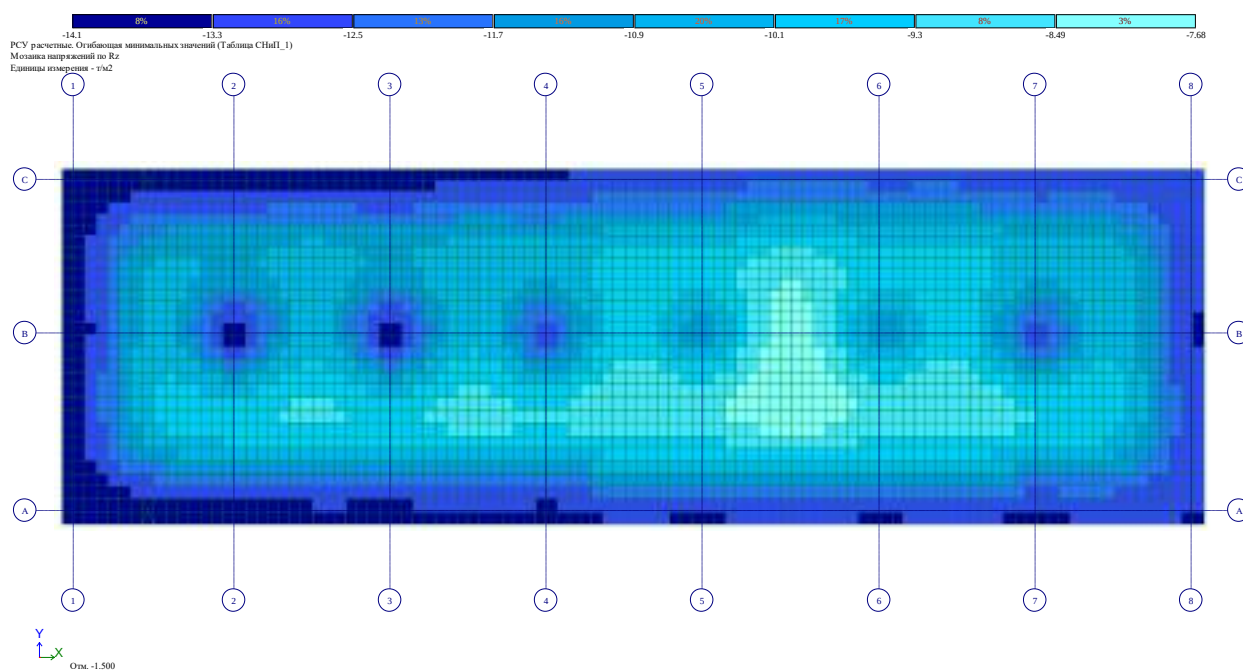


Рис. 2.2 Мозаика напряжений по Rz(2)

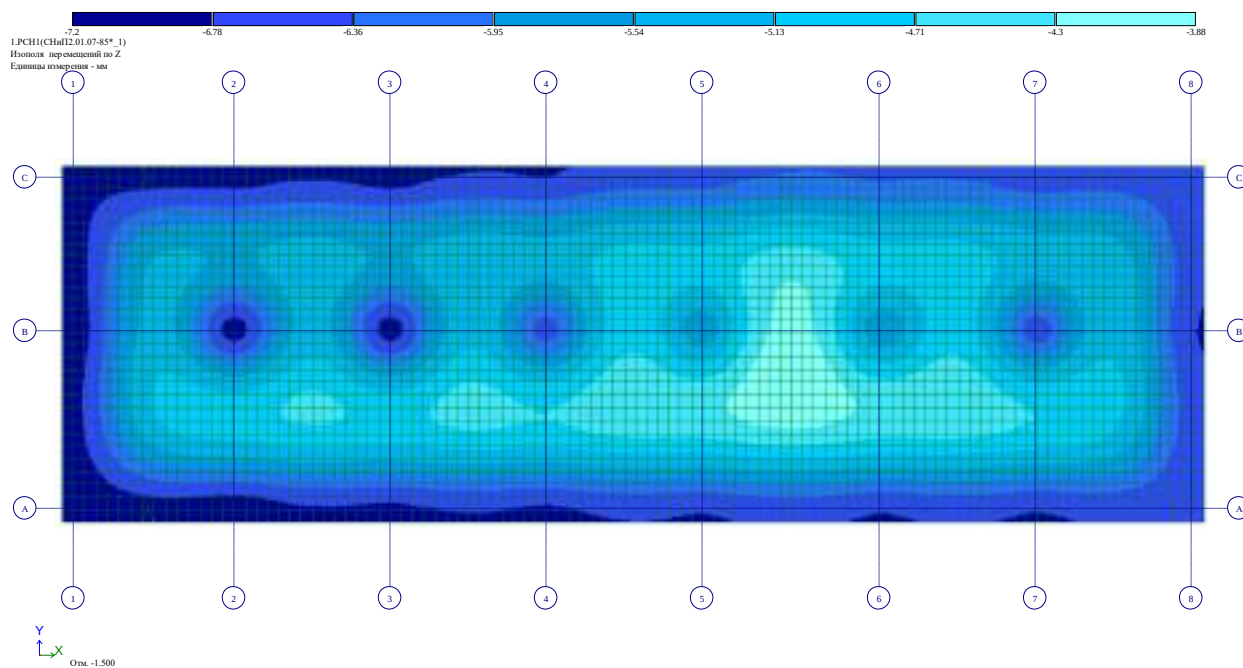


Рис. 2.3 Изополия перемещений по Z

$S=7 \leq S_u=100$ мм Осадка здания больше чем требования по нормы
 (ШНК2.02.01-19 по таблица Д.1) ШНК2.02.01-19

Осадка фундаментной плиты вычислялась в программном комплексе «ЛИРА» (метод 3). Осадка вычислена от нормативных комбинаций нагрузок. Результаты расчета приведены ниже. В соответствии с приложением 4 ШНК 2.02.01-19 максимально допустимая деформация основания для многоэтажных зданий с полным ж.б. каркасом составляет 10см, относительная разность осадок не должна превышать 0,002.

Предельные деформации основания фундаментов объектов нового строительства

Таблица Д.1

Сооружения	Предельные деформации основания фундаментом		
	Относительная разность осадок $(\Delta s/L)_u$	Крен i_u	Максимальная $S_u^{\max}$ или средняя $\bar{S}_u$ осадка, см
1 Производственные и гражданские одноэтажные и многоэтажные здания с полным каркасом: железобетонным то же, с устройством железобетонных поясов или монолитных перекрытий, а также здания монолитной конструкции стальным то же, с устройством железобетонных поясов или монолитных перекрытий	0,002 0,003 0,004 0,005	- - -	10 15 15 18
2 Здания и сооружения, в конструкциях которых не возникают усилия от неравномерных осадок	0,006	-	20
3 Многоэтажные бескаркасные здания с несущими стенами из: крупных панелей крупных блоков или кирпичной кладки без армирования то же, с армированием, в том числе с устройством железобетонных поясов или монолитных перекрытий, а также здания монолитной конструкции	0,0016 0,0020 0,0024	- -	12 12 18
Примечания 1 Значение предельной максимальной осадки основания фундаментов $S_u^{\max}$ применяется к сооружениям, возводимым на отдельно стоящих фундаментах на естественном (искусственном) основании или на свайных фундаментах с отдельно стоящими ростверками (ленточные, столбчатые и т.п.). 2 Значение предельной средней осадки $\bar{S}_u$ основания фундаментов применяется к сооружениям, возводимым на едином монолитном железобетонном фундаменте неразрезной конструкции (перекрестные ленточные и плитные фундаменты на естественном или искусственном основании, свайные фундаменты с плитным ростверком, плитно-свайные фундаменты и т.п.). 3 Предельные значения относительного прогиба зданий, указанные в позиции 3, принимают равными $0.5(\Delta s/L)$, а относительного выгиба - $0.25(\Delta s/L)_u$			

2 РАСЧЕТНЫЕ НАГРУЗКИ И СОЧЕТАНИЯ

Нормативные значения нагрузок, особенности их приложения, частные коэффициенты безопасности и коэффициенты сочетаний нагрузок приняты в соответствии с:

- ❖ КМК 2.01.07-96 «Нагрузки и воздействия»;
- ❖ КМК 2.01.03-19 «Строительство в сейсмических районах».

При расчете учтены следующие нагрузки:

Редактор нагрузок

Параметры: СН-П2.01.07-85*

Редактирование выбранного нагружения:

Имя: 1 SL (Selfload)

Позиция: 1. Основная задача: С1. Основная задач...

Вид: Постоянное(t)

Условные нагрузки: 0; Местные нагрузки: 30406

Список нагрузок:

#	Имя нагружения	Позиция	Вид	Тип
1	SL (Selfload)	1. Основная зада...	Постоянное(t)	
2	G1 (Floor)	1. Основная зада...	Постоянное(t)	
3	G2 (Walls)	1. Основная зада...	Постоянное(t)	
4	Q2 (Live)	1. Основная зада...	Кратковременное...	
5	EX	1. Основная зада...	Сейсмическая(C)	сейсм
6	EY	1. Основная зада...	Сейсмическая(C)	сейсм

Настройка: Настройка (только для администраторов)

Расчетные значения нагрузки

Имя таблицы РСН: 1

Имя таблицы РСН: Сиф2.01.27-65*_1

Коэф. надежности по ответственности:

для 1-го РС: 1

для 2-го РС: 1

Брекетинг сесс. нагрузки:

☐ Не учитывать сейсм. для 1-го РС

☐ Не учитывать сейсм. нагрузку для 2-го РС

Идеток	Наименование	Вид	Элементар.	Коэффици.	Коэф. нагрузки	Длина плиты	L-PCB Total	L-PCB (F+Q)
1	Г	Постоянная (Г)	+		1.1	1.0	1.	1.
2	Г	Постоянная (Г)	+		1.1	1.0	1.	1.
3	Д	Дополнительная (Д)	+		1.2	1.0	1.	1.
4	Ф	Трансформированная (Ф)	+		1.3	0.35	1.	0.
+5	С	Сейсмическая (С)	+		1.6	0.0	0.	0.
+6	С	Сейсмическая (С)	+		1.6	0.0	0.	0.

Коэффициент:

3 баллона

обычные (С)

Дублик (Д)

$\Sigma P_i \times E \times (F_p + T) \times M$

Дублик

Коэффициент

Загружение 1. СОБСТВЕННЫЙ ВЕС КОНСТРУКЦИЙ.

Данное загружение статическое, формируется автоматически на основе заданных жесткостей и учитывается как постоянная нагрузка. Собственный вес железобетонных конструкций вводится в расчет с коэффициентом $\gamma_f = 1,1$ (табл. 1 КМК 2.01.07-96 «Нагрузки и воздействия»).

Загружение 2. ПОСТОЯННАЯ НАГРУЗКА.

Состав перекрытия :

Плитка керамическая обычн. на мастике 30,8 кг/м²

Растворная стяжка 40 мм 86,4 кг/м²

Керамзит, пенобетон при $G=400$ кг/м³ $b=100$ мм 52 кг/м²

Обмазочная гидроизоляции 5,76 кг/м²

При грузовой площади 1 м² полная нагрузка составит **0,200 тс/м²**

Загружение 3. ПОСТОЯННАЯ НАГРУЗКА.

- Газобетонная кладка толщиной 300мм, $\gamma = 0,8$ т/м³

глухая стена $(4,0-0,4) \times 0,3 \times 0,8 \times 1,2 = 1,04$ т/м;

оконная стена $(4,0-0,4) \times 0,3 \times 0,8 \times 1,2 \times 0,7 = 0,677$ т/м;

оконная витраж $(4,0-0,4) \times 0,060 \times 1,2 = 0,300$ т/м;

- Нагрузка от фасадной облицовки Sinterflex (С учётом: собственного веса плит Sinterflex, веса подсистемы крепления (кронштейны, направляющие профили), клеевых и/или механических креплений $q = 30$ кг/м²

фасадной системы Sinterflex $3,6 \times 0,030 \times 1,2 = 0,119$ т/м;

-От веса перегородок на 1-3-ом этажах: Расчетные нагрузки от стен и перегородок с учетом их высоты и толщины приложены в соответствии с архитектурным планом этажей. $q = 0,15 \times 0,8 \times 1,2 = 0,150$ т/м²;

-От веса оборудования на 5-ом этажа: Расчетные нагрузки
 $q = 0,300$ т/м²;

Загружение 4. ПОЛЕЗНАЯ НАГРУЗКА

ВЕС ЛЮДЕЙ.

Нагрузки приняты в соответствии с п.3.5 и табл.3 КМК 2.01.07-97 «Нагрузки и воздействия» Нормативное значение равномерно распределенной полезной нагрузки:

-  - в помещениях $-0.200 \times 1.2 = \mathbf{0.240 \text{ т/м}^2}$;
-  - в помещениях кровли $-0.070 \times 1.3 = \mathbf{0.091 \text{ т/м}^2}$;

СНЕГОВАЯ.

А) Снеговая на покрытие.

Нагрузки приняты в соответствии с п.5 КМК 2.01.07-97 Нагрузки и воздействия

Нормативное значение снеговой нагрузки (I снеговой район РУз) -0.05 т/м^2

 $0.05 \times 1.4 = \mathbf{0.070 \text{ т/м}^2}$;

Загружение 5. СЕЙСМИКА ПО Х.

Сейсмичность площадки строительства – 7 баллов.

Расчётная сейсмика – 8 баллов.

Данное загружение динамическое, учитывается как сейсмическая нагрузка по КМК 2.01.03-19 и является знакопеременным.

Загружение 6. СЕЙСМИКА ПО Y.

Сейсмичность площадки строительства – 7 баллов.

Расчётная сейсмика – 8 баллов.

Данное загружение динамическое, учитывается как сейсмическая нагрузка по КМК 2.01.03-19 и является знакопеременным.

[illegible]

Сейсмическое воздействие (Узбекистан, КМК 2.01.03-... X

Поправочный коэф. для сейсмических сил	1.00
Коэффициент ответственности сооружения	1.00
Коэффициент учета повторяемости землетрясений	1.20
Коэффициент этажности сооружения	1.00
Коэффициент регулярности	1.00
Коэффициент сейсмичности площадки	0.50
Индекс региона	IV
Категория грунта	III
Декремент колебаний	0.30

Направляющие косинусы равнодействующей сейсмического воздействия:

CX
 CY
 CZ

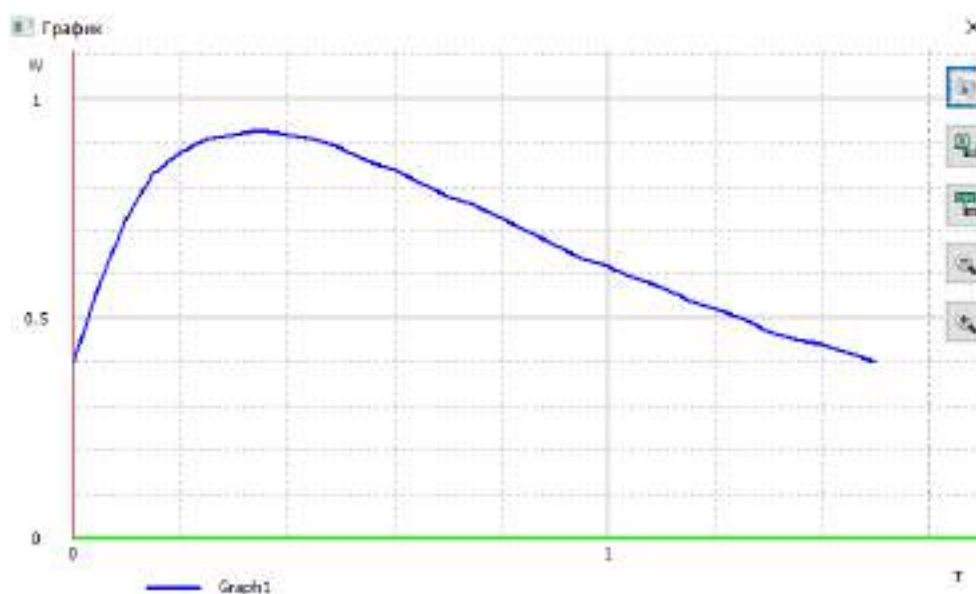
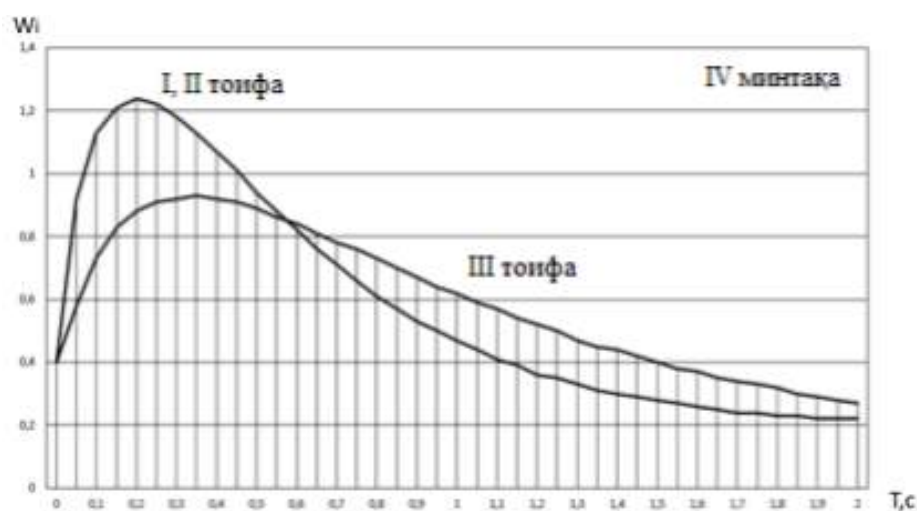
$CX^2 + CY^2 + CZ^2 = 1$

Коэффициент редукции принимается в соответствии с КМК 2.01.03–2019, пункт 2.23 и табл. 2.11, с учетом относительной неупругой деформации:

Таблица 2.1

Вид нагрузки	Коэффициент сочетаний, Ψ_i
Постоянные	0,9
Временные длительные	0,8
Кратковременные (на перекрытия и покрытия)	0,5

Спектральный коэффициент W_j определяется по табл. 2.8 или по графикам на рис.2.2 в зависимости от периода собственных колебаний проектируемого объекта по i -му тону, индекса региона по табл. 2.2 и категории грунтов по сейсмическим свойствам.



При расчете зданий (сооружений) на сейсмические воздействия могут использоваться;

а) динамический метод расчета на реальные или синтезированные сейсмические воздействия, характерные для района строительства;

б) спектральный метод расчета на сейсмические (условные статические) нагрузки, определяемые для идеально упругих систем в соответствии с указаниями п. 2.13.

При расчете по п. 2.6б расчетная сейсмическая нагрузка в выбранном направлении, приложенная в точке К и соответствующая i -му тону собственных колебаний здания (сооружения), определяется по формулам:

$$S_{\text{в}} = K_0 K_B K_{\gamma} K_p S_{0ik}$$

$$S_{0ik} = \alpha Q_k W_i K_{\delta} K_{\eta k}$$

где S_{0ik} – инерционная сила, определяемая в предположении упругого деформирования конструкций;

α – коэффициент, определяемый по таблице 2.7 в зависимости от сейсмичности площадки строительства;

Q_k – вес здания (сооружения), отнесенный к точке К расчетной схемы (рис. 2.1), определяемый с учетом расчетных нагрузок на конструкции согласно п. 2.1;

W_i – спектральный коэффициент, определяемый по п. 2.16;

K_{δ} – коэффициент диссипации, определяемый по п. 2.16;

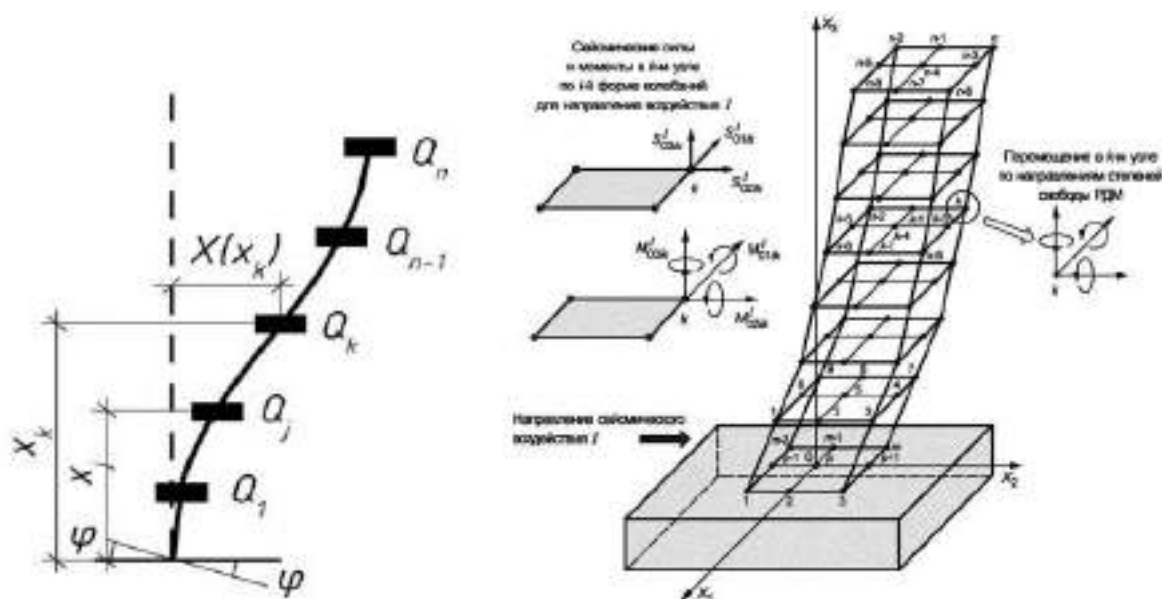
K_p – коэффициент регулярности, определяемый по п. 2.25;

K_0 – коэффициент ответственности, принимаемый по табл. 2.3;

$K_{\text{эт}}$ – коэффициент, зависящий от этажности здания (сооружения), определяемый по п. 2.17;

η_{ik} – коэффициент, зависящий от формы собственных колебаний здания (сооружения) по 1-му тону и места расположения нагрузки на расчетной схеме, определяемый по п. 2.18, 2.19;

K_p – коэффициент учета повторяемости землетрясений, принимаемый по табл. 2.4.



Динамические загрузки предназначены для задания информации о массе для расчета на динамические воздействия. Масса может быть накоплена либо из

статических нагрузок (одного или нескольких) – код 1, либо из плотности материала, заданной при описании параметров жесткости – код 2.

<i>№ динамического загружения</i>	<i>№ статического загружения</i>	<i>Коэффициент сочетания (табл. 2.1 КМК 2.01.03–19)</i>	<i>Код формирования матрицы масс (1 – по загружениям, 2 – по плотности элементов)</i>
5(Сейсмика по оси X)	1	0,9	1
5(Сейсмика по оси X)	2	0,9	1
5(Сейсмика по оси X)	3	0,9	1
5(Сейсмика по оси X)	4	0,5	1
6(Сейсмика по оси Y)	1	0,9	1
6(Сейсмика по оси Y)	2	0,9	1
6(Сейсмика по оси Y)	3	0,9	1
6(Сейсмика по оси Y)	4	0,5	1

Исходные данные динамических нагрузок

<i>Наименование расчетных показателей</i>	<i>Коэффициент</i>
Количество учитываемых форм колебаний	50
Матрица масс	Диагональная
Класс ответственности здания, табл. 2.3 (КМК 2.01.03–19)	III
Сейсмичность участка строительства, баллов	7
Расчетная сейсмичность, баллов	8
Поправочный коэффициент для сейсмических сил	1.0
Коэффициент ответственности сооружения, табл. 2.3 (КМК 2.01.03–19)	1.0
Коэффициент учета повторяемости землетрясений, табл. 2.4 (КМК 2.01.03–19)	1.2
Коэффициент этажности сооружения, табл. 2.10 (КМК 2.01.03–19)	1.0
Коэффициент регулярности, п.2.25 и табл. 2.12 (КМК 2.01.03–19)	1.0
Коэффициент сейсмичности площадки, табл. 2.7 (КМК 2.01.03–19)	0.5
Индекс региона, табл. 2.2 (КМК 2.01.03–19)	IV
Категория грунта, табл. 1.1 (КМК 2.01.03–19)	III

3 ПРОТОКОЛ РАСЧЕТА

Протокол расчета

Дата: 09.05.2026

AuthenticAMD AMD A10-8700P Radeon R6, 10 Compute Cores 4C+6G 4 cores 4 threads 4(4194304)
L2 cache

Microsoft Windows 10 Professional RUS 64-bit. Build 19044

Размер доступной физической памяти = 10113535488

00:24 Чтение исходных данных из файла C:\Users\Public\Documents\LIRA SAPR\LIRA SAPR 2022\Data\Blok
B.txt

00:24 Контроль исходных данных основной схемы

Количество узлов = 16996 (из них количество неудаленных = 16393)

Количество элементов = 18973 (из них количество неудаленных = 18205)

00:24 Разделение линейных загрузок на блоки

Линейные загрузки разделены на 1 блока

ОСНОВНАЯ СХЕМА

00:24 Оптимизация порядка неизвестных

РАСЧЕТ БЛОКА ЗАГРУЖЕНИЙ №№ 1-6

Количество неизвестных = 75660

РАСЧЕТ НА СТАТИЧЕСКИЕ ЗАГРУЖЕНИЯ

00:25 Формирование матрицы жесткости

00:25 Формирование векторов нагрузок

00:25 Разложение матрицы жесткости

00:25 Вычисление неизвестных

00:25 Контроль решения

РАСЧЕТ НА ДИНАМИЧЕСКИЕ ЗАГРУЖЕНИЯ

00:25 Формирование матрицы масс для динамического нагружения №5

00:25 Формирование матрицы масс для динамического нагружения №6

Вычисление собственных колебаний для динамических загрузок №№5 6

Суммарные массы: $mX=335.958$ $mY=335.896$ $mZ=696.805$ $mUX=5.15298$ $mUY=4.59865$ $mUZ=0.751043$ $mW=0$

00:25 Контроль пригодности схемы для вычисления собственных колебаний при таком приложении масс.

Контроль осуществляется путем приложения масс как статических нагрузок

00:25 Вычисление собственных колебаний

Необходимая для итераций часть матрицы поместилась в оперативную память

00:25 Итерация №1

00:25 Итерация №2

Найдено форм 0 (из них 0 в заданном диапазоне)

00:25 Итерация №3

Найдено форм 5 (из них 5 в заданном диапазоне)

Направляющие косинусы поступательного движения из условия максимума динамической реакции для динамических загрузок №№5 6 :

Форма 1: $\cos X=-0.1595$ $\cos Y=0.9872$ $\cos Z=-0.0007$

Форма 2: $\cos X=0.9877$ $\cos Y=0.1565$ $\cos Z=-0.0005$

Форма 3: $\cos X=0.9708$ $\cos Y=0.2397$ $\cos Z=0.0045$

Форма 4: $\cos X=0.1604$ $\cos Y=-0.9870$ $\cos Z=0.0051$

Форма 5: $\cos X=-0.9857$ $\cos Y=-0.1685$ $\cos Z=-0.0049$

00:25 Формирование векторов динамических нагрузок

00:25 Вычисление неизвестных

Формирование результатов

00:25 Формирование топологии

00:25 Формирование перемещений

00:25 Вычисление и формирование усилий в элементах

00:25 Вычисление и формирование реакций в элементах

00:26 Вычисление и формирование эпюр усилий в стержнях

00:26 Вычисление и формирование эпюр прогибов в стержнях

00:26 Формирование форм колебаний

Суммарные узловые нагрузки на основную схему:

Загружение 1 $PX=0$ $PY=0$ $PZ=3270.08$ $PUX=0.00181119$ $PUY=0.00691621$ $PUZ=0$ $PW=0$
 Загружение 2 $PX=0$ $PY=0$ $PZ=3258.16$ $PUX=-0.00148297$ $PUY=0.00706745$ $PUZ=0$ $PW=0$
 Загружение 3 $PX=0$ $PY=0$ $PZ=764.603$ $PUX=0.00069477$ $PUY=0.0010256$ $PUZ=0$ $PW=0$
 Загружение 4 $PX=0$ $PY=0$ $PZ=544.95$ $PUX=0.00136021$ $PUY=0.00200789$ $PUZ=0$ $PW=0$
 Загружение 5 - 1 $PX=-17.4246$ $PY=107.84$ $PZ=-0.0795573$ $PUX=0.136645$ $PUY=0.0226846$
 $PUZ=5.85624e-005$ $PW=0$
 Загружение 5 - 2 $PX=-700.588$ $PY=-111.025$ $PZ=0.362281$ $PUX=-0.141371$ $PUY=0.931149$ $PUZ=-$
 0.00144492 $PW=0$
 Загружение 5 - 3 $PX=-24.0355$ $PY=-5.93352$ $PZ=-0.112265$ $PUX=-0.013907$ $PUY=0.0367515$
 $PUZ=0.00164174$ $PW=0$
 Загружение 5 - 5 $PX=-154.173$ $PY=-26.3485$ $PZ=-0.762711$ $PUX=0.0530384$ $PUY=-0.335371$ $PUZ=-$
 0.000486865 $PW=0$
 Загружение 6 - 1 $PX=107.84$ $PY=-667.423$ $PZ=0.492379$ $PUX=-0.845695$ $PUY=-0.140395$ $PUZ=-$
 0.000362442 $PW=0$
 Загружение 6 - 2 $PX=-111.025$ $PY=-17.5946$ $PZ=0.0574121$ $PUX=-0.0224036$ $PUY=0.147563$ $PUZ=-$
 0.000228982 $PW=0$
 Загружение 6 - 4 $PX=26.4212$ $PY=-162.604$ $PZ=0.839277$ $PUX=0.29264$ $PUY=0.0573459$
 $PUZ=0.000573921$ $PW=0$
 Расчет успешно завершен
 Затраченное время = 1 мин

П О Я С Н И Т Е Л Ь Н А Я З А П И С К А

Расчет пространственной системы
 на статические и динамические воздействия
 с выбором расчетных сочетаний усилий

Объект:

Организация:

Выполнил:

Проверил:

В В Е Д Е Н И Е

Расчет выполнен программным комплексом "ЛИРА-САПР".

В основу расчета положен метод конечных элементов
 в перемещениях. В качестве основных неизвестных приняты
 следующие перемещения узлов:

X линейное по оси X
 Y линейное по оси Y
 Z линейное по оси Z
 UX угловое вокруг оси X
 UY угловое вокруг оси Y
 UZ угловое вокруг оси Z

Типы используемых конечных элементов указаны в документе 1.
 В этом документе, кроме номеров узлов, относящихся к соответ-
 ствующему элементу, указываются также номера типов жесткостей.

В расчетную схему включены следующие типы элементов:

Тип 10. Универсальный пространственный стержневой КЭ.

Тип 41. Универсальный прямоугольный КЭ оболочки.

Тип 44. Универсальный четырехугольный КЭ оболочки.

Координаты узлов и нагрузки, приведенные в развернутых документах 4,6,7, описаны в правой декартовой системе координат.

Расчет выполнен на следующие загрузки:

загрузка 1 – статическое (SL)

загрузка 2 – статическое (G (Floor))

загрузка 3 – статическое (G2 (Walls))

загрузка 4 – статическое (Q (Live))

загрузка 5 – динамическое (Сейсмическое (КМК 2.01.03-2019) – (33))

В расчете учитывается заданное количество форм собственных колебаний (KF).

Количество динамических составляющих равно количеству форм собственных колебаний, по которым раскладывается динамическая нагрузка. Значения сейсмических нагрузок, соответствующих каждой форме собственных колебаний, вычислены согласно положениям строительных норм Узбекистана, КМК 2.01.03-2019.

загрузка 6 – динамическое (Сейсмическое (КМК 2.01.03-2019) – (33))

В расчете учитывается заданное количество форм собственных колебаний (KF).

Количество динамических составляющих равно количеству форм собственных колебаний, по которым раскладывается динамическая нагрузка. Значения сейсмических нагрузок, соответствующих каждой форме собственных колебаний, вычислены согласно положениям строительных норм Узбекистана, КМК 2.01.03-2019.

Расчетные сочетания усилий для стержней выбираются по критерию экстремальных нормальных и сдвиговых напряжений в периферийных зонах сечения.

Расчетные сочетания напряжений для пластинчатых элементов выбираются по критерию экстремальных напряжений с учетом направления главных площадок.

При выборе расчетных сочетаний усилий учитывались следующие характеристики загрузок:

загрузка 1 – статическое (SL)

Данное загрузка учитывается как постоянная нагрузка.

загрузка 2 – статическое (G (Floor))

Данное загрузка учитывается как постоянная нагрузка.

загрузка 3 – статическое (G2 (Walls))

Данное загрузка учитывается как длительно-действующая нагрузка.

загрузка 4 – статическое (Q (Live))

Данное загрузка учитывается как кратковременная нагрузка.

загрузка 5 – динамическое (Сейсмическое (КМК 2.01.03-2019) – (33))

Данное загрузка учитывается как сейсмическая нагрузка.

Данное загрузка является знакопеременным.

загрузка 6 – динамическое (Сейсмическое (КМК 2.01.03-2019) – (33))

Данное загрузка учитывается как сейсмическая нагрузка.

Данное загрузка является знакопеременным.

Ч Т Е Н И Е Р Е З У Л Ь Т А Т О В С Ч Е Т А

Результаты счета разбиты на следующие разделы:

Раздел 1. Протокол работы процессора.

Раздел 2. Исходные данные.

Раздел 3. Диагностические сообщения.

Раздел 5. Перемещения узлов.

Раздел 6. Усилия (напряжения) в элементах.

Раздел 7. Реакции в узлах.

Раздел 8. Расчетные сочетания усилий (РСУ).

Раздел 9. Периоды колебаний.

Раздел 10. Формы колебаний.

Раздел 17. Распределение масс.

Раздел 11. Узловые инерционные силы от динамических воздействий.

В разделе 5 в табличной форме вы печатаются перемещения узлов рассчитываемой задачи. Размерность перемещений указана в шапке таблицы.

В первой графе находится номер загрузки и индексация перемещений.

В остальных графах – номера узлов в порядке возрастания и величины перемещений, им соответствующие.

Линейные перемещения считаются положительными, если они направлены вдоль осей координат. Положительные угловые перемещения соответствуют вращению против часовой стрелки, если смотреть с конца соответствующей оси.

Перемещения имеют следующую индексацию:

X линейное по оси X

Y линейное по оси Y

Z линейное по оси Z

UX угловое вокруг оси X

UY угловое вокруг оси Y

UZ угловое вокруг оси Z

В разделе 6 в табличной форме вы печатаются усилия в элементах рассчитываемой задачи. Размерность усилий указана в шапке таблицы.

В первой графе указывается тип КЭ из библиотеки конечных элементов, номер загрузки и индексация усилий.

В последующих графах указываются:

в первой строке шапки – номер элемента и номер сечения в этом элементе, для которого печатаются усилия;

во второй строке – номера первых двух узлов.

В разделе 8 в табличной форме выдаются расчетные сочетания усилий (РСУ) в элементах для каждого сечения и дополнительная информация о сочетаниях усилий.

Вычисляются следующие группы РСУ:

Группа А1 – включает только те загрузки, которые обладают длительностью действия; в эту группу включаются постоянные, длительные и кратковременные загрузки; виды загрузок – 0, 1, 2.

Группа В1 – включает все заданные загрузки независимо от длительности действия кроме сейсмического и прочих особых.

Группа С1 – включает группу В1 плюс сейсмическое нагружение.
Группа D1 – включает группу В1 плюс особое (не сейсмическое) нагружение.
Группа А2 – включает только постоянные и длительные нагружения;
виды нагружений – 0, 1.
Группа В2 – включает постоянные, длительные и кратковременные нагружения (кроме мгновенного); виды нагружений – 0, 1, 2.
Группа С2 – включает все заданные нагружения независимо от длительности действия кроме сейсмического и прочих особых.
Группа D2 – включает группу С2 плюс сейсмическое нагружение.

Вычисленные сочетания образуют 4 таблицы результатов:
Таблица 1 – РСУ расчетные, вычисленные по расчетным значениям усилий.
Таблица 2 – РСУ расчетные длительные, полученные при помощи умножения расчетных усилий на соответствующие коэффициенты длительности.
Таблица 3 – РСУ нормативные, полученные при помощи деления расчетных усилий на соответствующие коэффициенты надежности по нагрузке.
Таблица 4 – РСУ нормативные длительные, полученные при помощи умножения нормативных усилий на соответствующие коэффициенты длительности.

Заголовки таблиц РСУ содержат следующие индексы:
ЭЛМ – номер элемента в схеме;
НС – номер расчетного сечения в элементе (все КЭ кроме стержня имеют одно расчетное сечение);
КРТ – номер критерия, по которому составлено данное сочетание усилий, в соответствии с типом КЭ;
СТ – номер столбца коэффициентов сочетаний из таблицы исходных данных РСУ;
КС – признак наличия в сочетаниях кранового (К) и/или сейсмического (С) нагружения;
Г – индекс внутренней группы – А1, В1, С1, D1, А2, В2, С2, D2.
Далее следуют идентификаторы усилий/напряжений в соответствии с типом КЭ, а затем список из номеров нагружений, которые составили текущее сочетание. Знакопеременное нагружение, вошедшее в РСУ с противоположным знаком помечается знаком '–'.

Таблицы результатов по унифицированным РСУ формируются для каждого варианта конструирования с указанием номера варианта.

Заголовки таблиц унифицированных РСУ содержат следующие индексы:
ПЭ – признак принадлежности элемента;
ЭЛМ – порядковый номер элемента в схеме или в суперэлементе;
НС – номер расчетного сечения в элементе (все КЭ кроме стержня имеют одно расчетное сечение);
КРТ – номер критерия в соответствии с типом КЭ;
СТ – номер столбца коэффициентов сочетаний из таблицы исходных данных РСУ;
КС – признак наличия в сочетаниях кранового (К) и/или сейсмического (С) нагружения;
Г – индекс внутренней группы – А1, В1, С1, D1, А2, В2, С2, D2.

В разделе 9 для каждого динамического (или после модального анализа) нагружения распечатываются значения периодов собственных колебаний.

В разделе 10 для каждого динамического (или модального) нагружения распечатываются значения относительных перемещений узлов, соответствующих формам собственных колебаний.

В разделе 11 для каждого динамического нагружения распечатываются значения составляющих динамической нагрузки после разложения ее по формам собственных колебаний.

В разделе 17 для каждого динамического нагружения распечатываются

ваются значения масс, собранных в узлы. Размерность масс указана в шапке таблицы.

В первой графе находится номер загрузки и индексация масс. В остальных графах – номера узлов в порядке возрастания и соответствующие величины.

ИНДЕКСАЦИЯ И ПРАВИЛА ЗНАКОВ УСИЛИЙ В КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТАХ

Тип 10. Универсальный пространственный стержневой КЭ.

Конечный элемент воспринимает следующие виды усилий:

- N* осевое усилие; положительный знак соответствует растяжению.
- MK* крутящий момент относительно оси $X1$;
положительный знак соответствует действию момента против часовой стрелки, если смотреть с конца оси $X1$, на сечение, принадлежащее концу стержня.
- MY* изгибающий момент относительно оси $Y1$
положительный знак соответствует действию момента против часовой стрелки, если смотреть с конца оси $Y1$, на сечение, принадлежащее концу стержня.
- MZ* изгибающий момент относительно оси $Z1$;
положительный знак соответствует действию момента против часовой стрелки, если смотреть с конца оси $Z1$, на сечение, принадлежащее концу стержня.
- QY* перерезывающая сила вдоль оси $Y1$; положительный знак соответствует совпадению направления силы с осью $Y1$ для сечения, принадлежащего концу стержня.
- QZ* перерезывающая сила вдоль оси $Z1$; положительный знак соответствует совпадению направления силы с осью $Z1$ для сечения, принадлежащего концу стержня.

Тип 27. Универсальный четырехугольный КЭ плоской задачи (балка-стенка).

Конечный элемент воспринимает следующие виды напряжений и реакций:

- NX* нормальное напряжение вдоль оси $X1$;
положительный знак соответствует растяжению.
- NY* нормальное напряжение вдоль оси $Y1$ (для случая плоской деформации); положительный знак соответствует растяжению.
- NZ* нормальное напряжение вдоль оси $Z1$;
положительный знак соответствует растяжению.
- TXZ* сдвигающее напряжение;
положительный знак соответствует удлинению диагонали 1–4.

Тип 41. Универсальный прямоугольный КЭ оболочки.

Конечный элемент воспринимает следующие виды усилий, напряжений и реакций:

- NX* нормальное напряжение вдоль оси $X1$;
положительный знак соответствует растяжению.
- NY* нормальное напряжение вдоль оси $Y1$;
положительный знак соответствует растяжению.
- NZ* нормальное напряжение вдоль оси $Z1$ (для случая плоской деформации); положительный знак соответствует растяжению.
- TXY* сдвигающее напряжение,

параллельное оси $X1$ и лежащее в плоскости, параллельной $X1OZ1$; за положительное принято направление, совпадающее с направлением оси $X1$, если NY совпадает по направлению с осью $Y1$.

MX момент, действующий

на сечение, ортогональное оси $X1$; положительный знак соответствует растяжению нижнего волокна (относительно оси $Z1$).

MY момент, действующий

на сечение, ортогональное оси $Y1$; положительный знак соответствует растяжению нижнего волокна (относительно оси $Z1$).

MXU крутящий момент;

положительный знак соответствует кривизне диагонали 1-4, направленной выпуклостью вниз (относительно оси $Z1$).

QX перерезывающая сила в сечении, ортогональном оси $X1$;

положительный знак соответствует совпадению направления силы с направлением оси $Z1$ на той части элемента, в которой отсутствует узел 1.

QY перерезывающая сила в сечении, ортогональном оси $Y1$;

положительный знак соответствует совпадению направления силы с направлением оси $Z1$ на той части элемента, в которой отсутствует узел 1.

RZ реактивный опор грунта (при расчете оболочек на упругом основании); положительное усилие действует по направлению оси $Z1$ (грунт растянут).

Тип 44. Универсальный четырехугольный КЭ оболочки.

Конечный элемент воспринимает следующие виды усилий, напряжений и реакций:

NX нормальное напряжение вдоль оси $X1$;

положительный знак соответствует растяжению.

NY нормальное напряжение вдоль оси $Y1$;

положительный знак соответствует растяжению.

NZ нормальное напряжение вдоль оси $Z1$ (для случая плоской деформации); положительный знак соответствует растяжению.

TXU сдвигающее напряжение,

параллельное оси $X1$ и лежащее в плоскости, параллельной $X1OZ1$; за положительное принято направление, совпадающее с направлением оси $X1$, если NY совпадает по направлению с осью $Y1$.

MX момент, действующий на сечение, ортогональное оси $X1$;

положительный знак соответствует растяжению нижнего волокна (относительно оси $Z1$).

MY момент, действующий на сечение, ортогональное оси $Y1$;

положительный знак соответствует растяжению нижнего волокна (относительно оси $Z1$).

MXU крутящий момент;

положительный знак соответствует кривизне диагонали 1-4, направленной выпуклостью вниз (относительно оси $Z1$).

QX перерезывающая сила в сечении, ортогональном оси $X1$;

положительный знак соответствует совпадению направления силы с направлением оси $Z1$ на той части элемента, в которой отсутствует узел 1.

QY перерезывающая сила в сечении, ортогональном оси $Y1$;

положительный знак соответствует совпадению

4 РЕЗУЛЬТАТЫ ДИНАМИЧЕСКОГО РАСЧЕТА

Таблица 4.1 Периоды колебаний (01)

Таблица 4.1 Периоды колебаний (01)

Загр	N п/п	Собств. знач.	Рад/с.	Гц.	Периоды	X - Коэф. распр.	X - Масса	X - Сумма масс
5 - (мод. 33)								
6 - (мод. 33)								
5	1	16.665836	4.082381	0.650061	1.538318	-0.365846	3.971235	3.971235
5	2	18.940506	4.352069	0.693005	1.442992	2.010108	78.061248	82.032483
5	3	22.480411	4.741351	0.754992	1.324517	-0.437284	3.218824	85.251306
5	4	52.141761	7.220925	1.149829	0.869695	-1.486144	0.502931	85.754237
5	5	152.343691	12.342759	1.965407	0.508800	-0.041984	0.019604	85.773841
5	6	177.804036	13.334318	2.123299	0.470965	0.892755	8.332569	94.106411
6	1	16.665836	4.082381	0.650061	1.538318	1.570190	73.167882	73.167882
6	2	18.940506	4.352069	0.693005	1.442992	0.549732	5.839655	79.007538
6	3	22.480411	4.741351	0.754992	1.324517	0.581096	5.685303	84.692841
6	4	52.141761	7.220925	1.149829	0.869695	-0.014801	0.000050	84.692891
6	5	152.343691	12.342759	1.965407	0.508800	0.749937	6.256327	90.949218
6	6	177.804036	13.334318	2.123299	0.470965	-0.135972	0.193330	91.142549

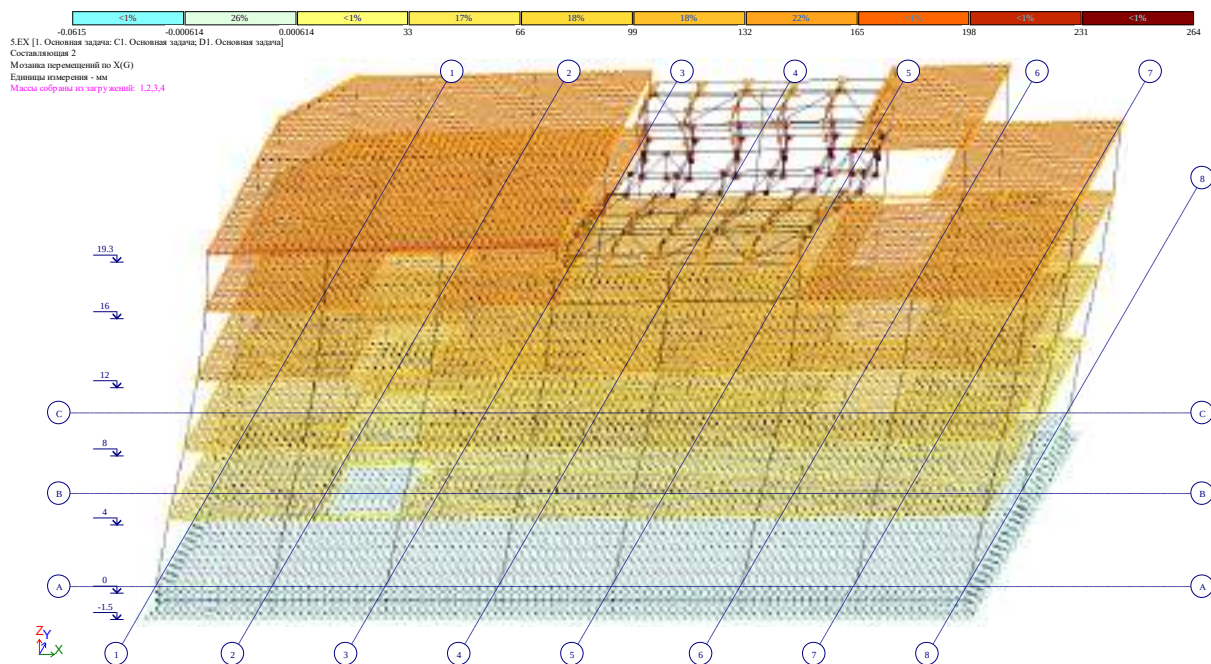


Рис. 4.1 Изополя перемещений по X

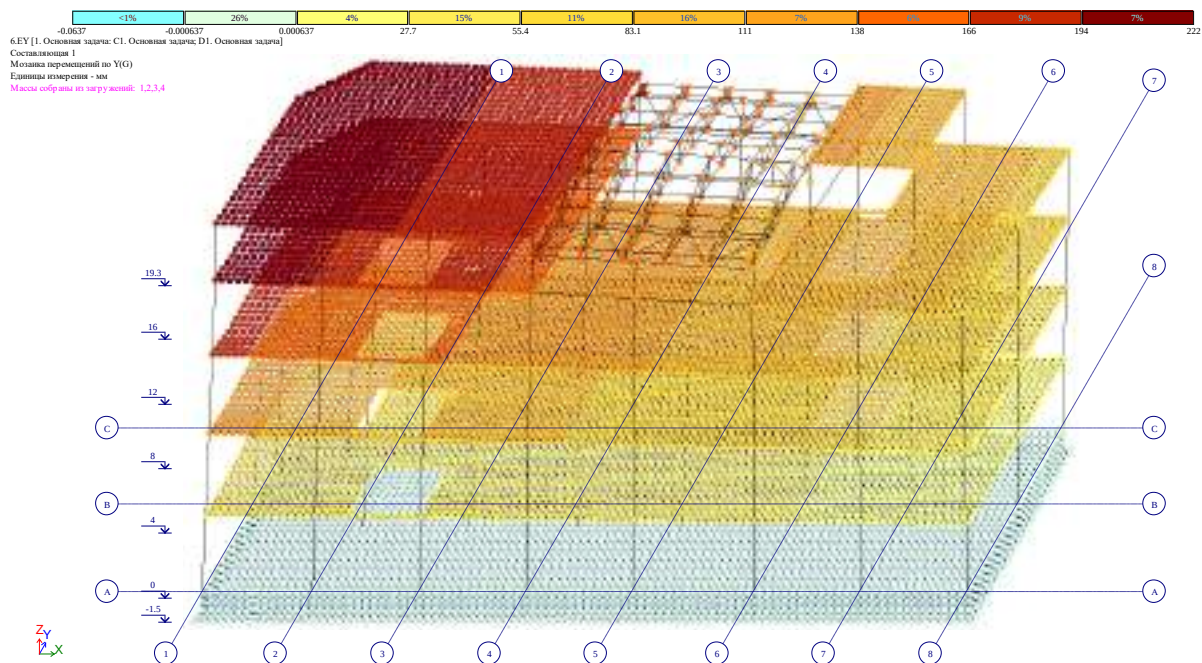


Рис. 4.2 Изополя перемещений по Y

Максимальное перемещение здания составляет 264 мм в направлении оси Y. Высота здания от верха фундамента до покрытия составляет 20,8 м. Тогда перемещение здания: $0,264/20,8=0,01269$, что **не превышает** предельного значения, равного $1/70=0,0142$ (согласно таблице 2.6 КМК 2.01.03-19).

Таблица 2.6

№	Вид деформации и характеристика элементов	Допускаемое значение
1	Относительный перекос этажа Δ_k/h_k в зданиях с несущими элементами из хрупкого материала, прикрепленными к несущим конструкциям: относительное перемещение верха здания y^{max}/H	1/200
2	То же в зданиях с несущими элементами, изолированными от воздействия деформации несущих конструкций	1/70

Примечание. Принятые обозначения: Δ_k - взаимное смещение перекрытий K-го и K+1 этажей; h_k - высота K-го этажа; y^{max} - перемещение в уровне покрытия здания; H - высота здания от верха фундамента до покрытия

Согласно КМК 2.01.07-96 по таблице 19 п. 2а, вертикальные предельные прогибы для покрытий и перекрытий, открытых для обзора, не должны превышать расчетного пролета.

[illegible]

Предельно допустимые – $7500/250 = 30\text{мм}$. Условие выполняется.

5 АРМИРОВАНИЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

ОПИСАНИЕ ТАБЛИЦ РЕЗУЛЬТАТОВ

Если подбор арматуры осуществлялся для унифицированных групп элементов, для конструктивных элементов и унифицированных групп конструктивных элементов, то формируется таблица в которую заносится информация об составе:

- Номер УКОЕ – номера унифицированных групп конструктивных элементов;
- Номер КОЕ – номера конструктивных элементов;
- Номер УГ – номера унифицированных групп элементов;
- ВИД – символьное обозначение (С – стержень; К – колонна; Б – балка; Т – балка-стенка;
- П – плита; О – оболочка);
- НОМЕРА ЭЛЕМЕНТОВ В РАСЧЕТНОЙ СХЕМЕ – номера элементов, входящих в унифицированную группу или в конструктивный элемент.

Таблица результатов подбора арматуры:

- ЭЛЕМЕНТ – номер элемента в расчетной схеме;
- СЕЧЕНИЕ – номер армируемого сечения стержневого элемента;

В этой же графе буквой 'С' обозначается симметричное армирование, а буквой 'Н' обозначается несимметричное армирование.

Знаком '*' отмечена арматура обусловленная кручением.

- ПРОДОЛЬНАЯ АРМАТУРА – площади выбранной продольной арматуры и процент армирования.

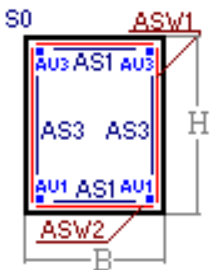
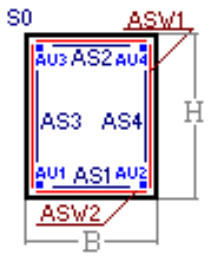
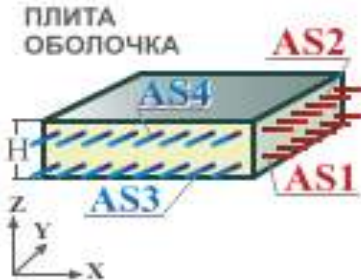
Для стержней (см²):

- AU1 – площадь угловой нижней продольной арматуры (в левом нижнем угле сечения);
- AU2 – площадь угловой нижней продольной арматуры (в правом нижнем угле сечения);
- AU3 – площадь угловой верхней продольной арматуры (в левом верхнем угле сечения);
- AU4 – площадь угловой верхней продольной арматуры (в правом верхнем угле сечения);
- AS1 – площадь нижней продольной арматуры;
- AS2 – площадь верхней продольной арматуры;
- AS3 – площадь боковой продольной арматуры (у левой кромки сечения);
- AS4 – площадь боковой продольной арматуры (у правой кромки сечения);

Для пластин (см²/пм):

- AS1 – площадь нижней арматуры по направлению X;
- AS2 – площадь верхней арматуры по направлению X;
- AS3 – площадь нижней арматуры по направлению Y;
- AS4 – площадь верхней арматуры по направлению Y

Схема армирования элементов

Прямоугольные элементы	
Симметричное	Несимметричное
	
Элементы пластин	
	

ПОПЕРЕЧНАЯ АРМАТУРА – площади поперечной арматуры при шагах 10,20 см

Для стержней (см²):

- ASW1 – вертикальная поперечная арматура;
- ASW2 – горизонтальная поперечная арматура;

Для пластин (см²/мм):

- ASW1 – поперечная арматура по направлению X;
- ASW2 – поперечная арматура по направлению Y;
- ШИРИНА РАСКРЫТИЯ ТРЕЩИН – ширина кратковременного и длительного раскрытия трещин (мм).

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 'x')

3.1 Правила знаков при чтении результатов МКЭ-расчета

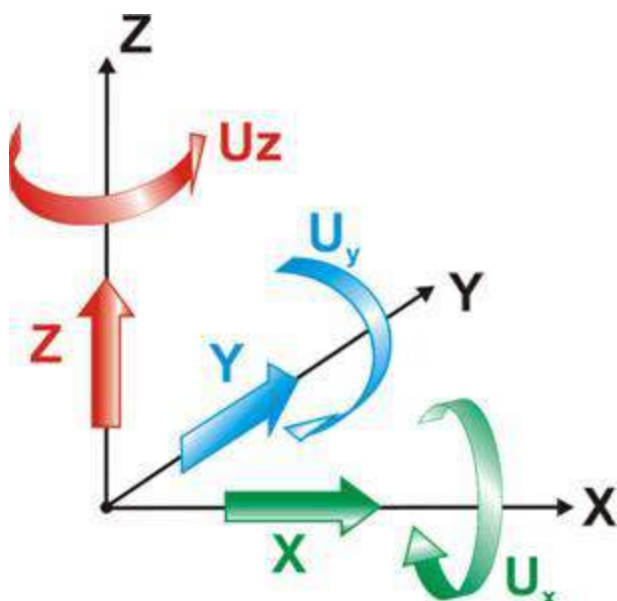


Рис. 3.1 Правила знаков перемещений

Примечания

Линейные перемещения положительны, если они направлены вдоль соответствующих осей глобальной системы координат. Угловые перемещения (повороты) положительны, если они вращают узел против часовой стрелки, если смотреть с конца соответствующих осей глобальной системы координат.

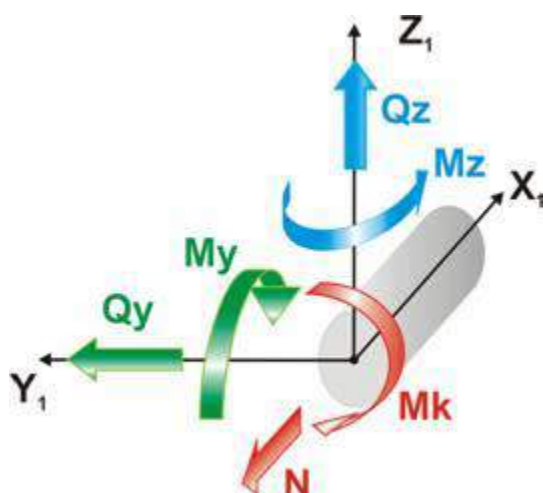


Рис. 3.2 Правила знаков усилий в стержнях

Примечания

N – Осевое усилие, положительный знак усилия соответствует растяжению.

M_k – Крутящий момент относительно оси X_1 , положительный знак соответствует действию против часовой стрелки, если смотреть с конца оси X_1 , на сечение, принадлежащее концу стержня.

M_y – Изгибающий момент относительно оси Y_1 , положительный знак соответствует растяжению нижнего волокна относительно направления оси Z_1 .

Q_z – Перерезывающая сила вдоль оси Z_1 , усилие положительного знака сонаправлено оси Z_1 для сечения, принадлежащего концу стержня.

M_z – Изгибающий момент относительно оси Z_1 , положительный знак соответствует действию против часовой стрелки, если смотреть с конца оси Z_1 на сечение, принадлежащее концу стержня.

Q_y – Перерезывающая сила вдоль оси Y_1 , усилие положительного знака сонаправлено оси Y_1 для сечения, принадлежащего концу стержня.

Размерности сил N , Q_z , Q_y – $[F]$, моментов M_k , M_y , M_z – $[F \cdot L]$, где F – размерность силы, L – размерность длины.

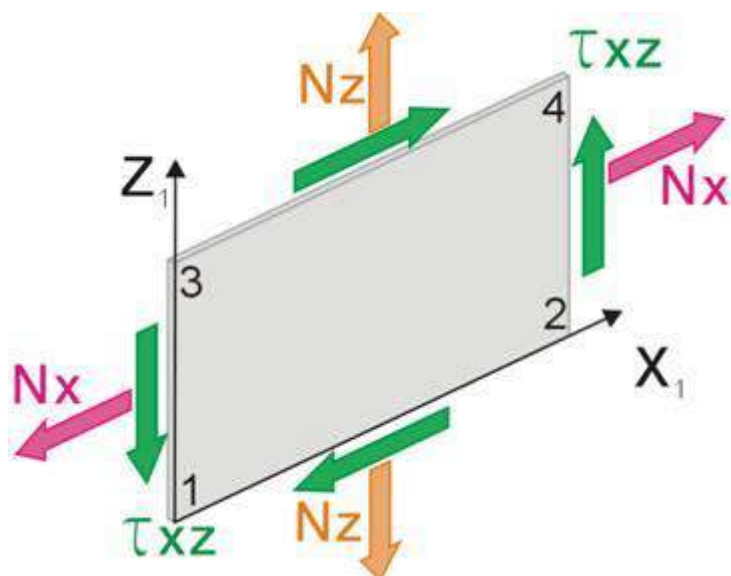


Рис. 3.3 Правила знаков усилий в балках-стенках

Примечания

N_x – Нормальное напряжение вдоль оси X_1 . Положительный знак соответствует растяжению.

N_z – Нормальное напряжение вдоль оси Z_1 . Положительный знак соответствует растяжению.

T_{xz} – Сдвигающее напряжение. Положительный знак соответствует удлинению диагонали 1-4 четырехугольного КЭ или медианы треугольного КЭ, выходящей из узла 1.

Размерности напряжений – $[F/L^2]$, где F – размерность силы, L – размерность длины.

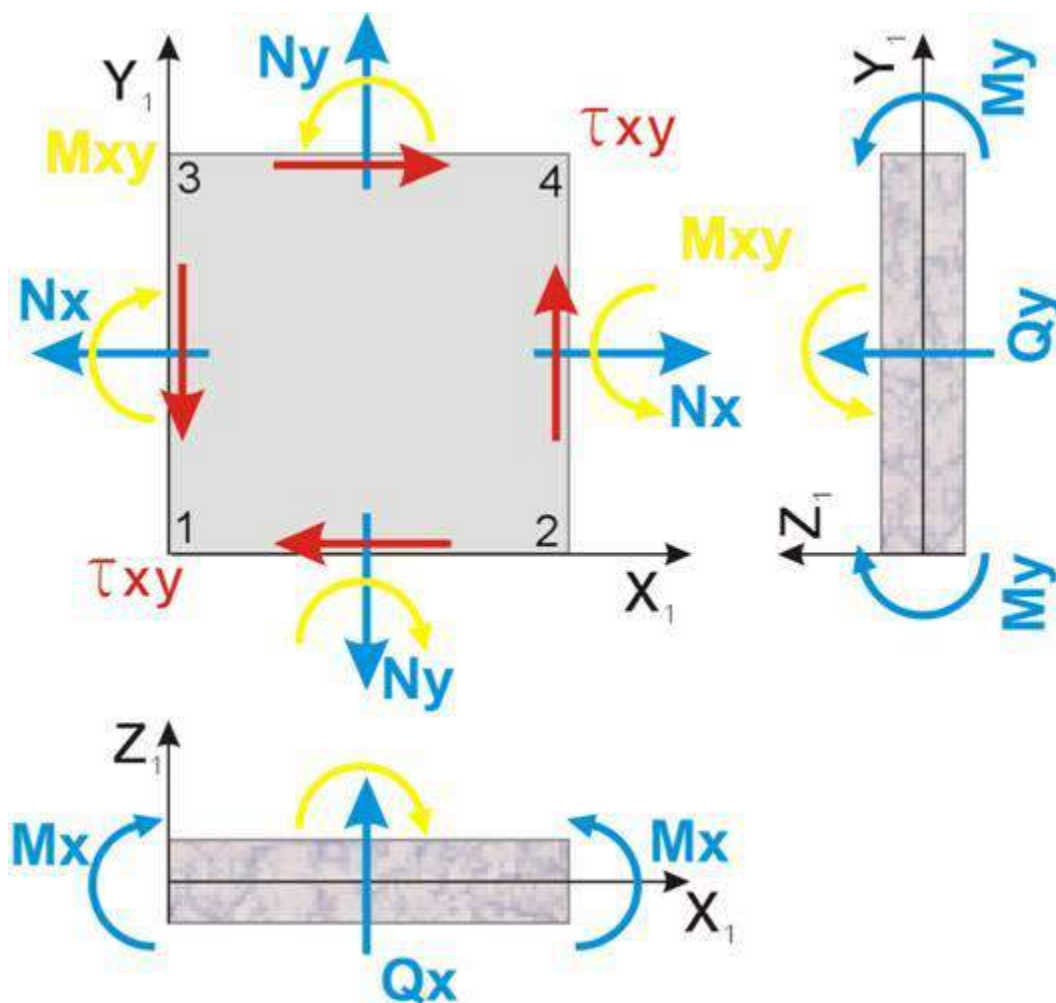


Рис. 3.4 Правила знаков усилий в оболочках

Примечания

N_x – Нормальное напряжение вдоль оси $X1$. Положительный знак соответствует растяжению.

N_y – Нормальное напряжение вдоль оси $Y1$. Положительный знак соответствует растяжению.

T_{xy} – Сдвигающее напряжение. Положительный знак соответствует удлинению диагонали 1–4 четырехугольного КЭ или медианы треугольного КЭ, выходящей из узла 1.

M_x – Момент, действующий на сечение, ортогональное оси $X1$. Положительный знак соответствует растяжению нижнего относительно оси $Z1$ волокна.

M_y – Момент, действующий на сечение, ортогональное оси $Y1$. Положительный знак соответствует растяжению нижнего относительно оси $Z1$ волокна.

M_{xy} – Крутящий момент. Положительный знак соответствует кривизне диагонали 1–4 (или медианы, выходящей из узла 1), направленной относительно оси $Z1$ выпуклостью вниз.

Q_x – Перерезывающая сила вдоль оси $Z1$ в сечении, ортогональном оси $X1$. Усилие положительного знака сонаправлено оси $Z1$ на той части КЭ, в которой отсутствует узел 1.

Q_y – Перерезывающая сила вдоль оси $Z1$ в сечении, ортогональном оси $Y1$. Усилие положительного знака сонаправлено оси $Z1$ на той части КЭ, в которой отсутствует узел 1.

R_z – Давление на грунт. Положительный знак соответствует растяжению грунта.

Размерности напряжений N_x , N_y , T_{xy} – $[F/L^2]$; моментов M_x , M_y , M_{xy} – $[F \cdot L/L]$; сил Q_x , Q_y – $[F/L]$; давления

R_z – $[F/L^2]$, где F – размерность силы L – размерность длины.

Арматура: пояснительная записка

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

ОПИСАНИЕ ТАБЛИЦ РЕЗУЛЬТАТОВ

Если подбор арматуры осуществлялся для унифицированных групп элементов, для конструктивных элементов

и унифицированных групп конструктивных элементов, то формируется таблица в которую заносится информация о составе:

Номер УКОЕ – номера унифицированных групп конструктивных элементов;

Номер КОЕ – номера конструктивных элементов;

Номер УГ – номера унифицированных групп элементов;

ВИД – символьное обозначение (С – стержень; К – колонна; Б – балка; Т – балка-стенка;

П – плита; О – оболочка);

НОМЕРА ЭЛЕМЕНТОВ В РАСЧЕТНОЙ СХЕМЕ – номера элементов, входящих в унифицированную группу или

в

конструктивный элемент.

Таблица результатов подбора арматуры:

ЭЛЕМЕНТ – номер элемента в расчетной схеме;

СЕЧЕНИЕ – номер армируемого сечения стержневого элемента;

Буквой 'С' обозначается симметричное армирование, а буквой 'Н' – несимметричное.

Знаком '*' ('1*', '2*', '3*') отмечена арматура обусловленная кручением.

Знаком 'f+' отмечена арматура подобранная с учетом огнестойкости.

Знаком '^' арматура подобранная по сочетаниям прогрессирующего разрушения

ПРОДОЛЬНАЯ АРМАТУРА – площади подобранной продольной арматуры и процент армирования.

Для стержней (см²):

AU1 – площадь угловой нижней продольной арматуры (в левом нижнем угле сечения);

AU2 – площадь угловой нижней продольной арматуры (в правом нижнем угле сечения);

AU3 – площадь угловой верхней продольной арматуры (в левом верхнем угле сечения);

AU4 – площадь угловой верхней продольной арматуры (в правом верхнем угле сечения);

AS1 – площадь нижней продольной арматуры;

AS2 – площадь верхней продольной арматуры;

AS3 – площадь боковой продольной арматуры (у левой грани сечения);

AS4 – площадь боковой продольной арматуры (у правой грани сечения);

Для пластин (см²/мм):

AS1 – площадь нижней арматуры по направлению X ;

$AS2$ – площадь верхней арматуры по направлению X ;
 $AS3$ – площадь нижней арматуры по направлению Y ;
 $AS4$ – площадь верхней арматуры по направлению Y ;
 ПОПЕРЕЧНАЯ АРМАТУРА – площади поперечной арматуры при шагах 15,20,30 см
 Для стержней (см²):
 $ASW1$ – вертикальная поперечная арматура;
 $ASW2$ – горизонтальная поперечная арматура;
 Для пластин (см²/мм):
 $ASW1$ – поперечная арматура по направлению X ;
 $ASW2$ – поперечная арматура по направлению Y ;
 ШИРИНА РАСКРЫТИЯ ТРЕЩИН – ширина кратковременного и длительного раскрытия трещин (мм).
 Результаты подбора арматуры заносятся в строки :
 СТРОКА 1 – полная арматура, подобранная по I и II группам предельных состояний
 СТРОКА 2 – арматура, подобранная по I группе предельных состояний
 СТРОКА 3 (4, 5) – арматура обусловленная кручением (для стержней и отмечена знаком ‘*’)
 СТРОКА 4 (6) – арматура подобранная с учетом огнестойкости (отмечена знаком ‘f+’)
 СТРОКА – арматура подобранная по сочетаниям прогрессирующего разрушения (отмечена знаком ‘^’)
 Для норм СП 63.13330.2012/2018 арматура от кручения выдается для каждой грани сечения.
 (Подобранная арматура от кручения не входит в результаты полной арматуры.)

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ МОДУЛЕЙ АРМИРОВАНИЯ

Модуль “СТЕРЖЕНЬ” – косое внецентренное нагружение с кручением. Модуль выполняет подбор арматуры при наличии в сечениях стержня:

- нормальной силы (сжатие или растяжение) N ;
- крутящего момента M_k ;
- изгибающих моментов в двух плоскостях M_y, M_z ;
- перерезывающих сил Q_x, Q_y .

Выполняется расчет по предельным состояниям первой и второй группы (прочность и трещиностойкость).

Армируемые сечения: прямоугольное, тавровое, двутавровое, коробчатое, круглое, кольцевое, крестовое, угловое, тавровое со смещенной полкой, сталежелезобетонные сечения.

По желанию пользователя может быть выбран алгоритм подбора арматуры.

- Алгоритм дискретной арматуры с приоритетным расположением стержней в угловых зонах сечения.

Режим

“выделять угловые стержни”.

- Алгоритм распределенной арматуры с равномерным расположением расчетных площадей арматуры вдоль нижней и верхней стороны сечения (“размазанная” арматура). Режим “не выделять угловые стержни”

Данный алгоритм не допускается: при расчете пространственного стержня; при наличии арматуры, обусловленной действием крутящего момента; в двутавровом сечении; при преобладающем моменте M_z .

По желанию может быть получено симметричное и несимметричное армирование относительно оси Y или Z .

Подбор поперечной арматуры осуществляется исходя из величины перерезывающей силы по направлениям Y

и Z на единицу длины. Результаты подбора поперечной арматуры – площадь арматуры по направлениям Y и Z

при шагах 15, 20, 30 см.

Для подобранной арматуры по условиям трещиностойкости определяется ширина продолжительного и кратковременного раскрытия трещин. Ширина раскрытия трещин определяется по направлениям Z и Y . В таблицу результатов заносится большее значение.

При подборе арматуры обусловленной кручением для сечений типов тавр, двутавр, крест, уголок возможно

получить результаты отдельно для стенок и полок – многоконтурность

Модуль “ОБОЛОЧКА” предназначен для подбора арматуры тонкостенных железобетонных элементов, в которых

действуют изгибающие и крутящие моменты, осевые и перерезывающие силы (элементы оболочки).

Подбор продольной арматуры осуществлен исходя из условий прочности и трещиностойкости

по направлениям X и Y на один погонный метр.

В таблице результатов в первую строку заносятся полные результаты подбора арматуры (по условиям трещиностойкости, прочности, огнестойкости), во вторую – по условиям прочности, в третью – арматура подобранная с учетом огнестойкости.

Результаты подбора продольной арматуры:

$AS1$ – площадь нижней арматуры по направлению X ($\text{см}^2/\text{м}$);

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

$AS3$ – площадь нижней арматуры по направлению Y ($\text{см}^2/\text{м}$);

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

Подбор поперечной арматуры осуществляется исходя из величины перерезывающей силы по направлениям X

и Y на один погонный метр. Результаты подбора поперечной арматуры – площадь арматуры по направлениям

X и Y при шагах 15, 20, 30 см.

Для подобранной арматуры по условиям трещиностойкости определяется ширина продолжительного и кратковременного раскрытия трещин. Ширина раскрытия трещин определяется по направлениям X и Y , и в таблицу заносятся большее значение.

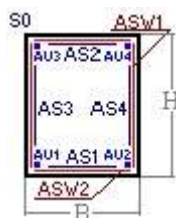


Рис. 5.1 Прямоугольник (несимметричная арматура)

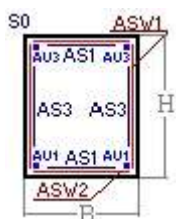


Рис. 5.2 Прямоугольник (симметричная арматура)

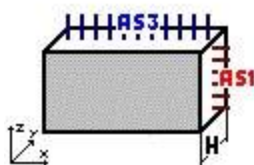


Рис. 5.3 Балка-стенка

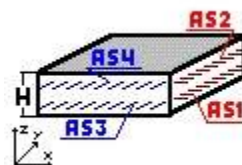


Рис. 5.4 Пластина/Оболочка

5.1 Армирование элементов фундамента

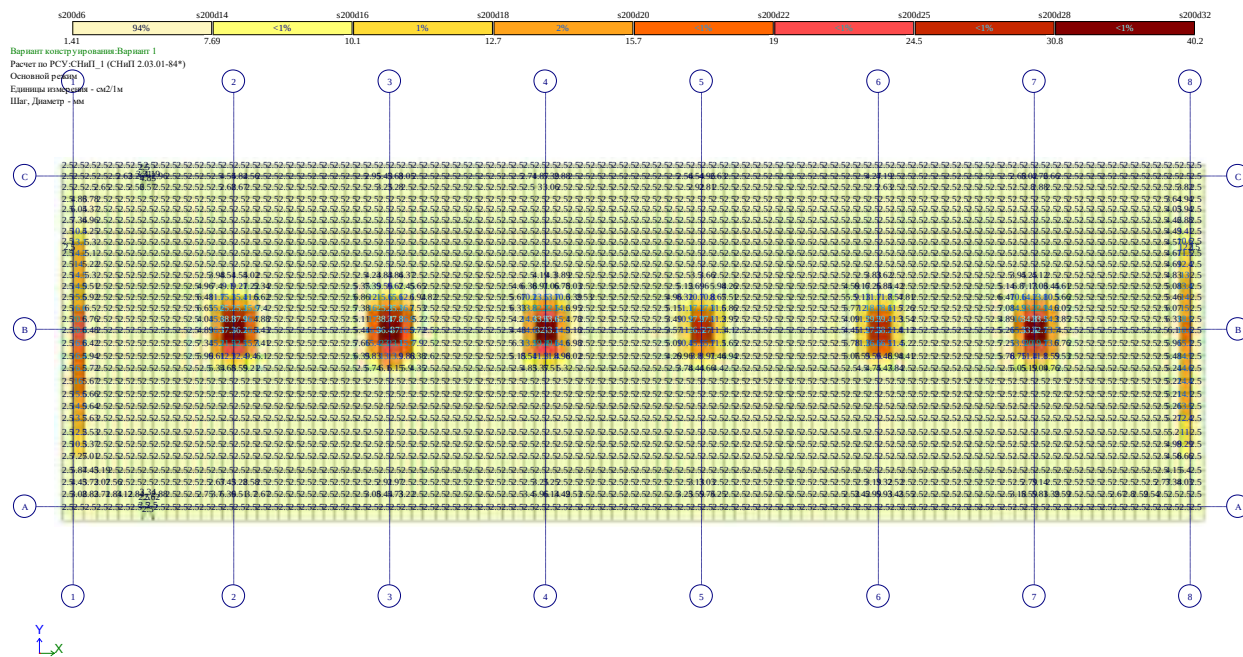


Рис. 5.1 Площадь полной арматуры на 1мм по оси X у нижней грани (балки-стенки - посередине)

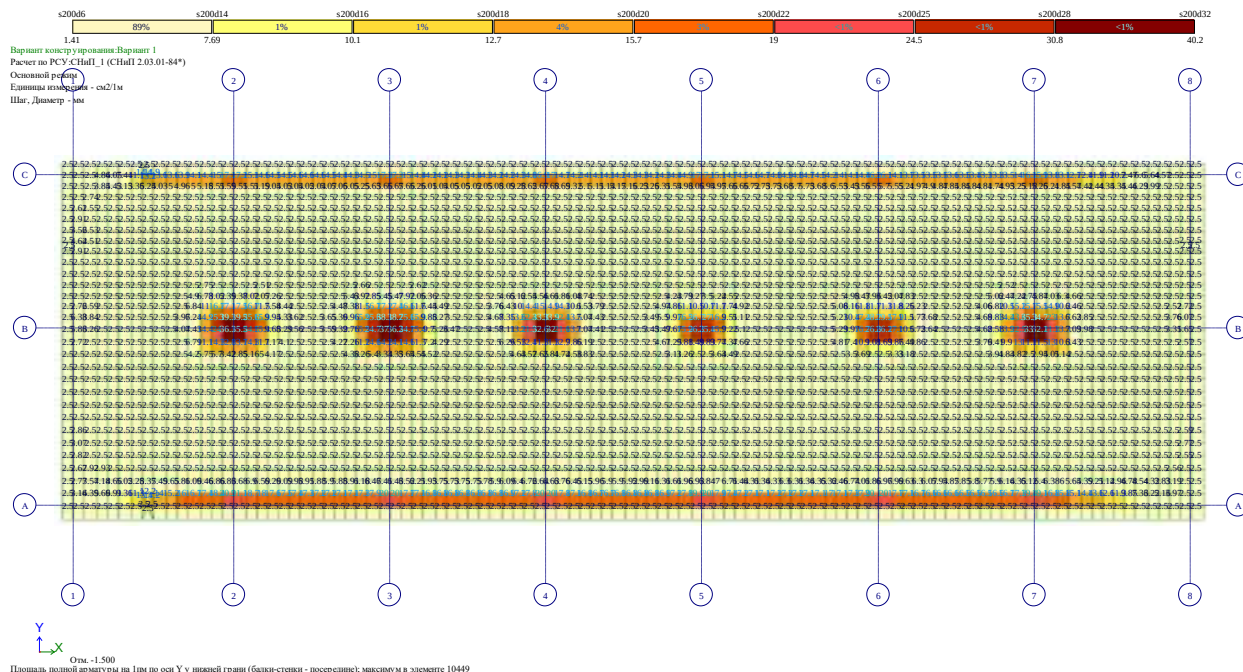


Рис. 5.2 Площадь полной арматуры на 1мм по оси Y у нижней грани (балки-стенки - посередине)

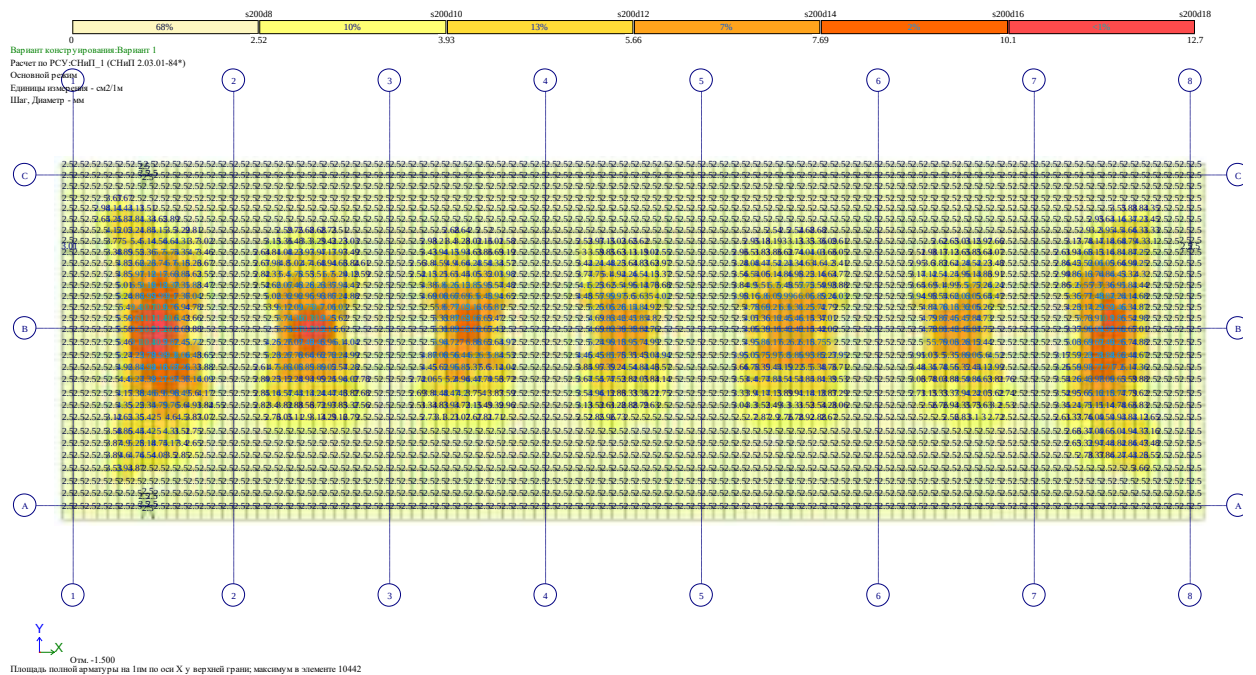


Рис. 5.3 Площадь полной арматуры на 1мм по оси X у верхней грани

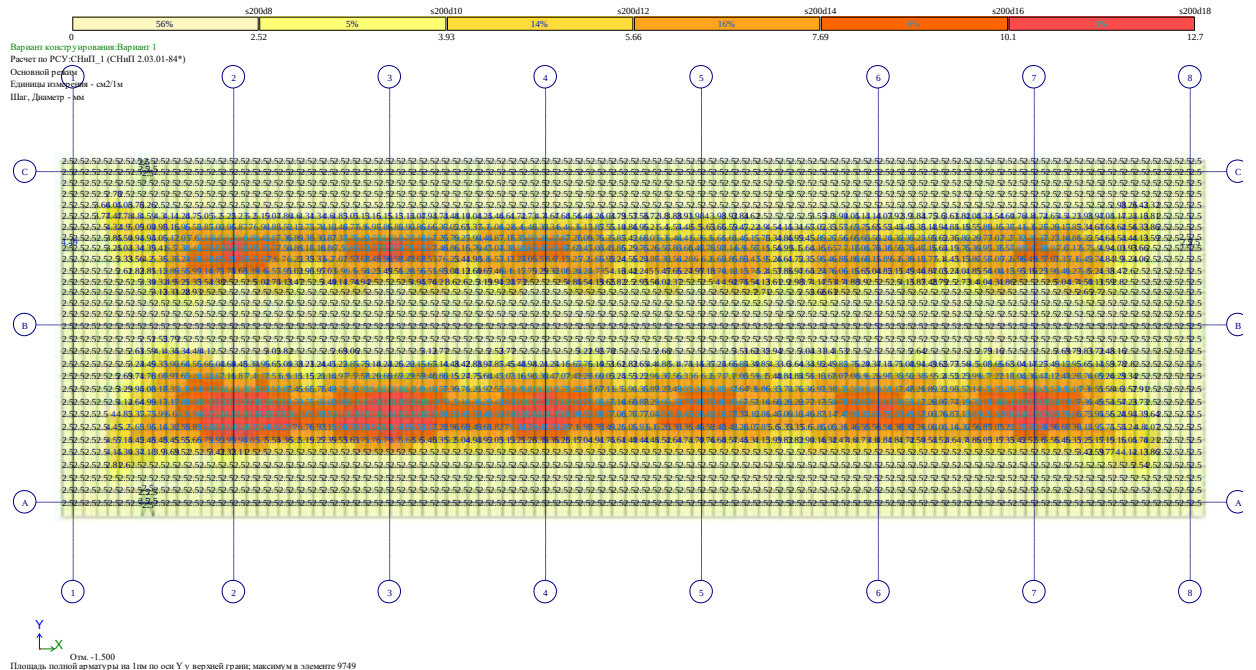
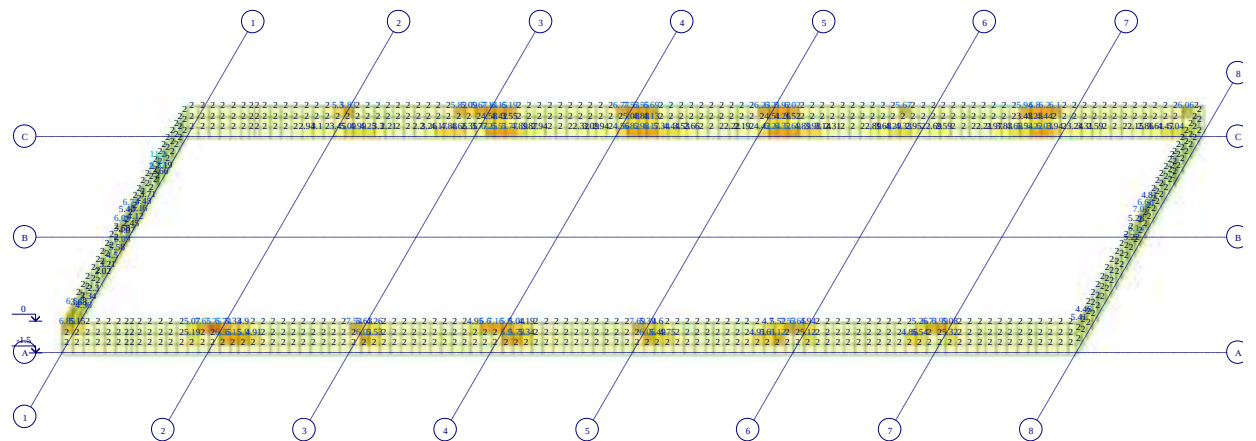
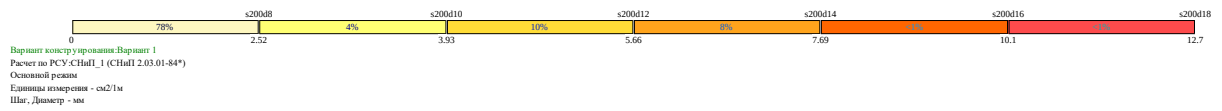
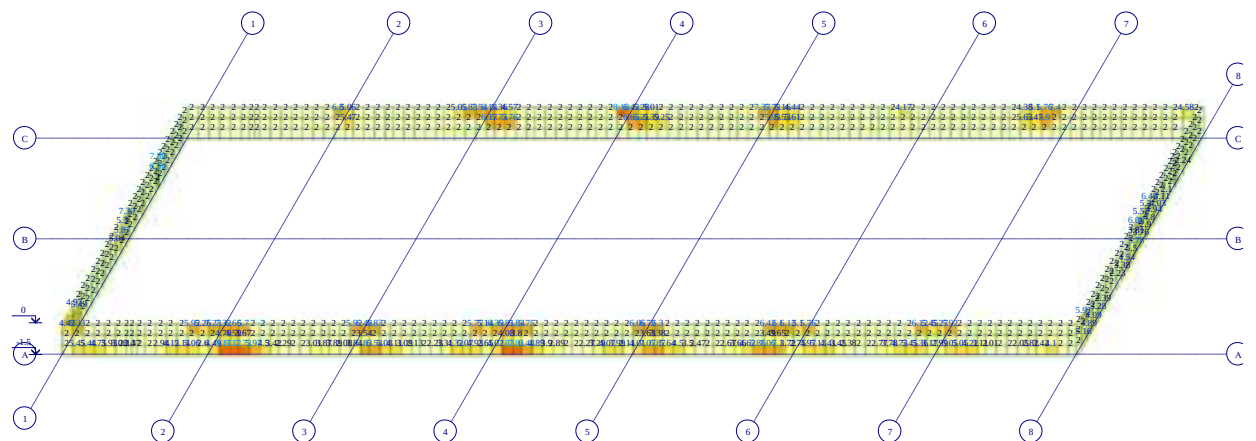
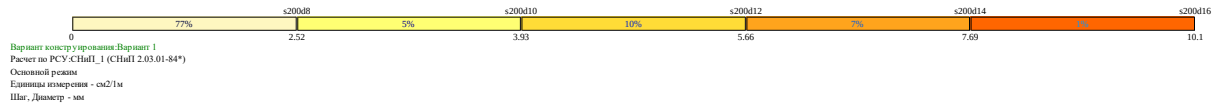


Рис. 5.4 Площадь полной арматуры на 1мм по оси Y у верхней грани



Площадь полной арматуры на 1м по оси X у нижней грани (балки-стенки - посередине); максимум в элементе 12267

Рис. 5.5 Площадь полной арматуры на 1м по оси X у нижней грани (балки-стенки - посередине)(2)



Площадь полной арматуры на 1м по оси X у верхней грани; максимум в элементе 12712

Рис. 5.6 Площадь полной арматуры на 1м по оси X у верхней грани(2)

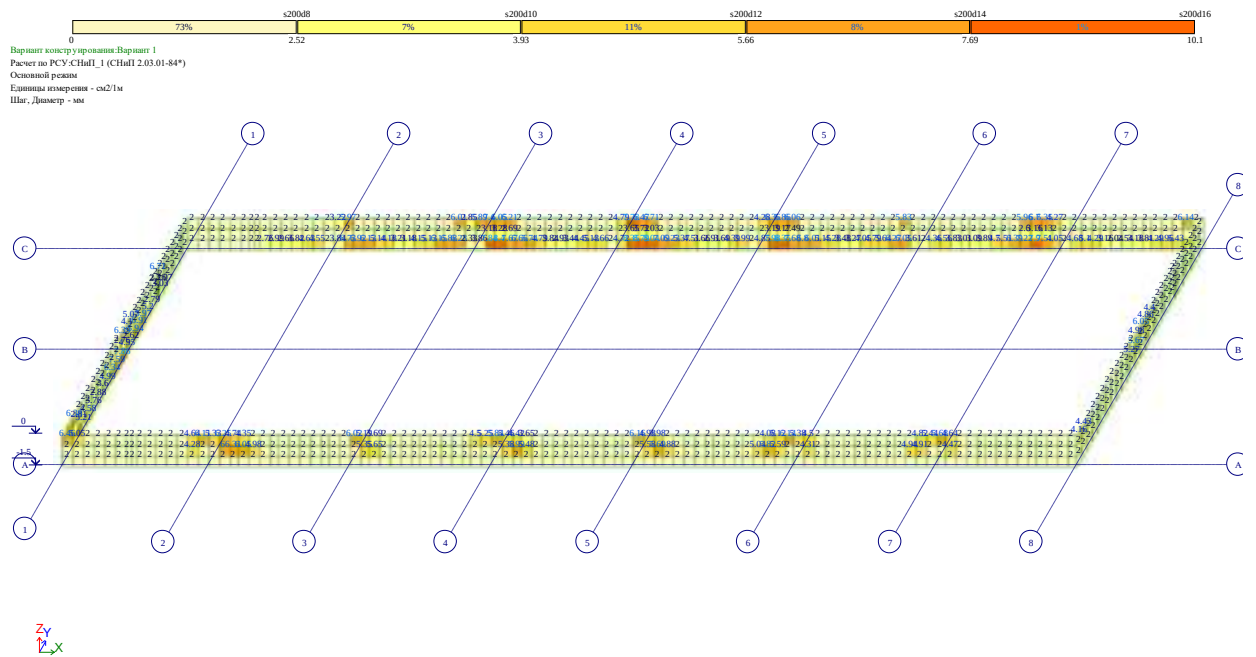


Рис. 5.7 Площадь полной арматуры на 1м по оси Y у нижней грани (балки-стенки - посередине)(2)

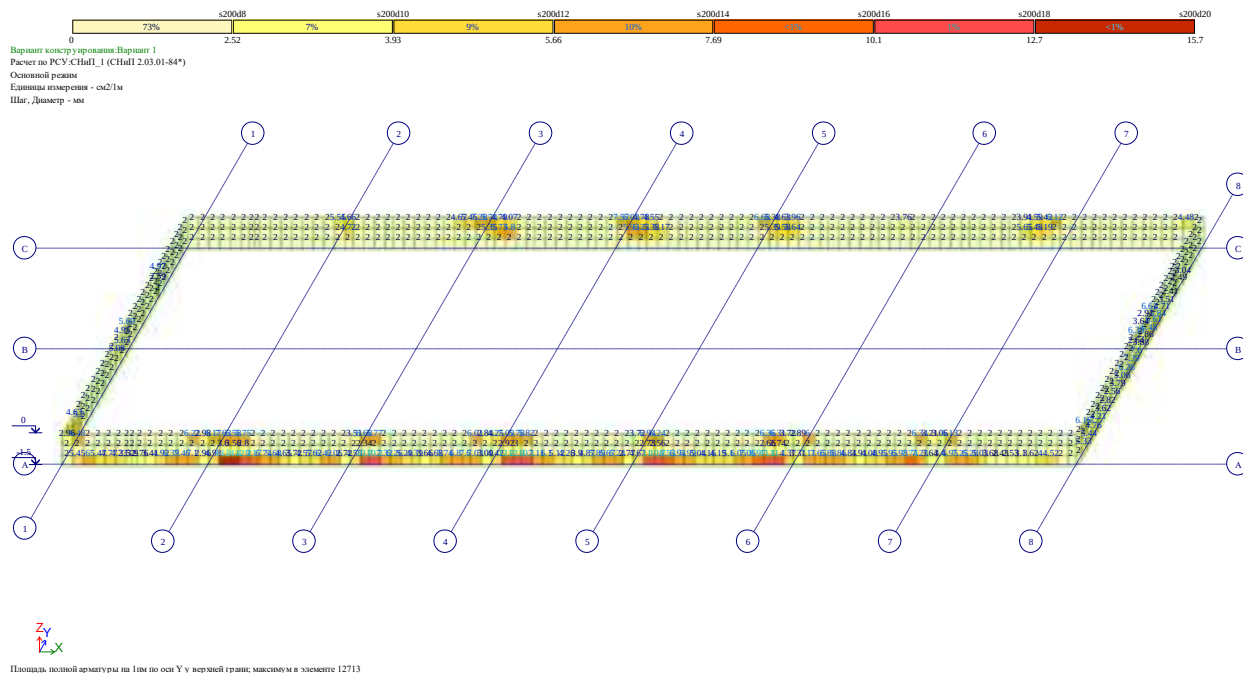


Рис. 5.8 Площадь полной арматуры на 1м по оси Y у верхней грани(2)

5.2 Армирование колонн каркаса

1.SL [1. Основная задача: C1. Основная задача; D1. Основная задача]

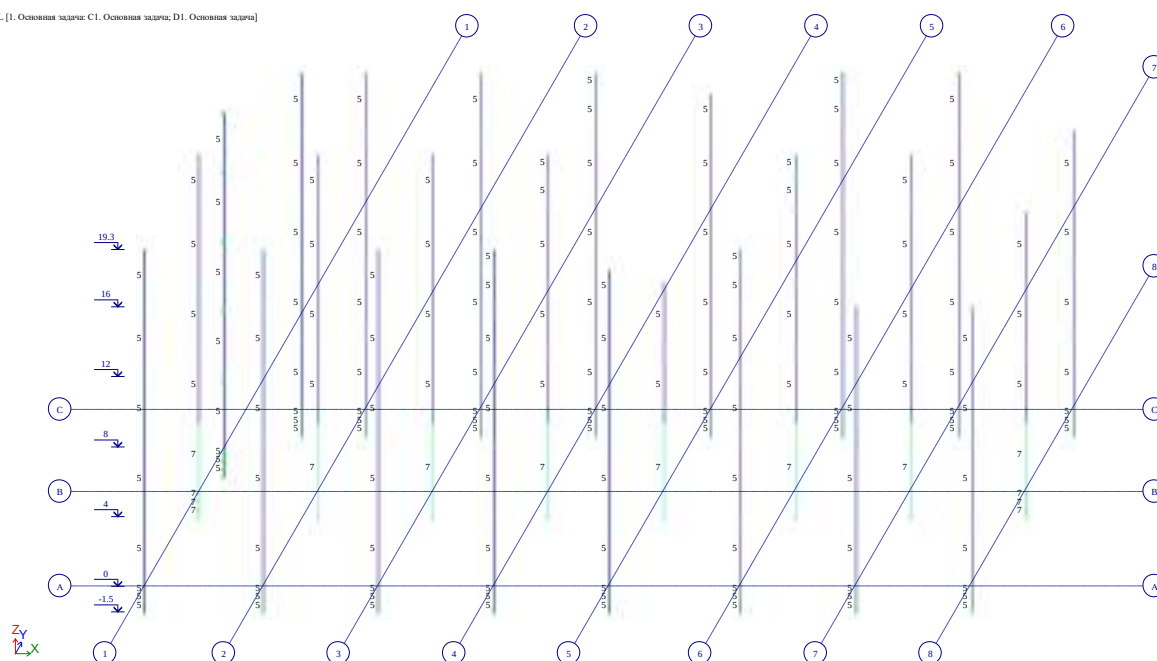


Рис. 5.9 1.SL [1. Основная задача: C1. Основная задача]

5.2.1 Жесткости

Таблица 5.1 Жесткостные характеристики

Таблица 5.1 Жесткостные характеристики. Стержни

Цвет	Номер	Имя	Комментарий	E, т/м2	RO, т/м3	EF, т	Ely, т*м2	Elz, 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
	5	Брус 40 X 40	Column	300000 0.000	2.5	48000 0.000	6400. 000	6400. 000	4300. 800	6.6 67	6.6 67	6.6 67	6.6 67	0.0 00	0.0 00	0.4 00	16000 0.000	16000 0.000
	7	Брус 50 X 50	Column	300000 0.000	2.5	75000 0.000	15625 .000	15625 .000	10937 .500	8.3 33	8.3 33	8.3 33	8.3 33	0.0 00	0.0 00	0.6 25	26041 6.672	26041 6.672

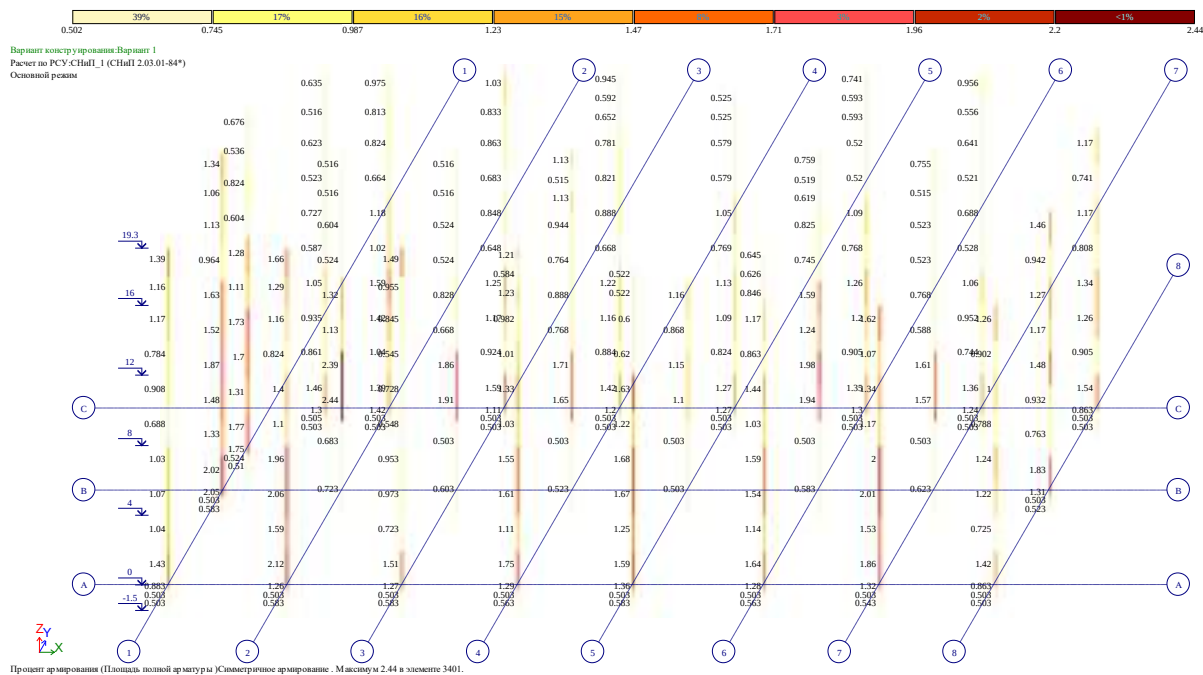


Рис. 5.10 Процент армирования (Площадь полной арматуры) Симметричное армирование. Максимум 2.45 в элементе 3401.

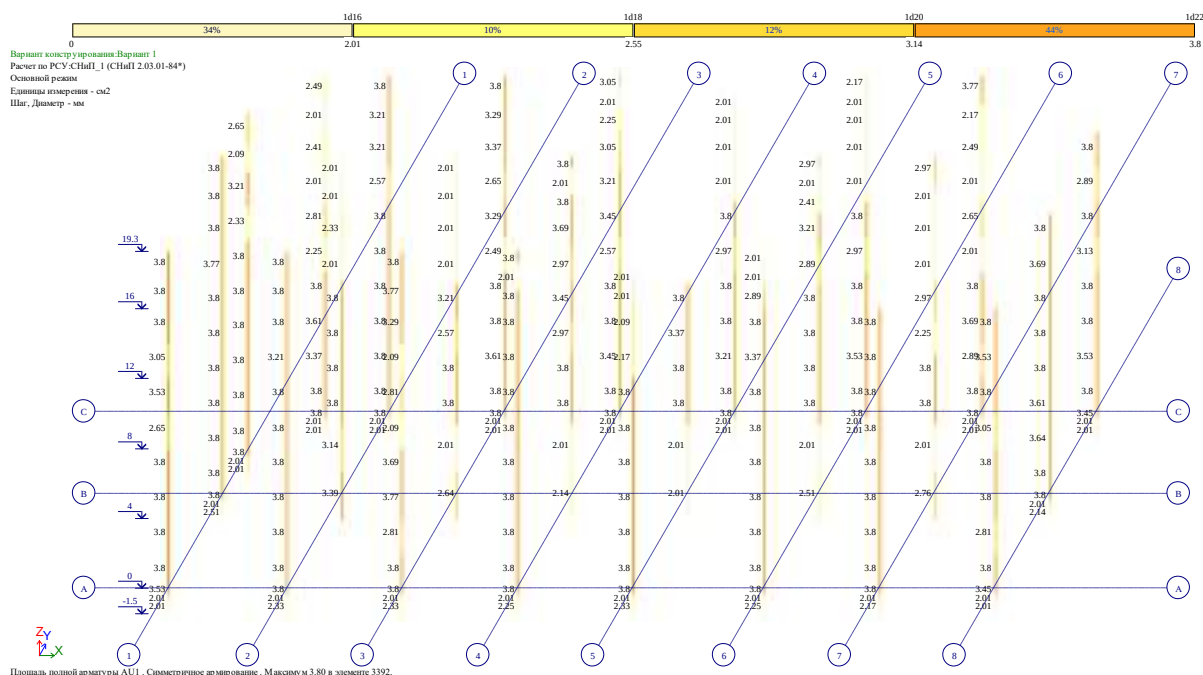


Рис. 5.11 Площадь полной арматуры AU1. Симметричное армирование. Максимум 3.80 в элементе 3392.

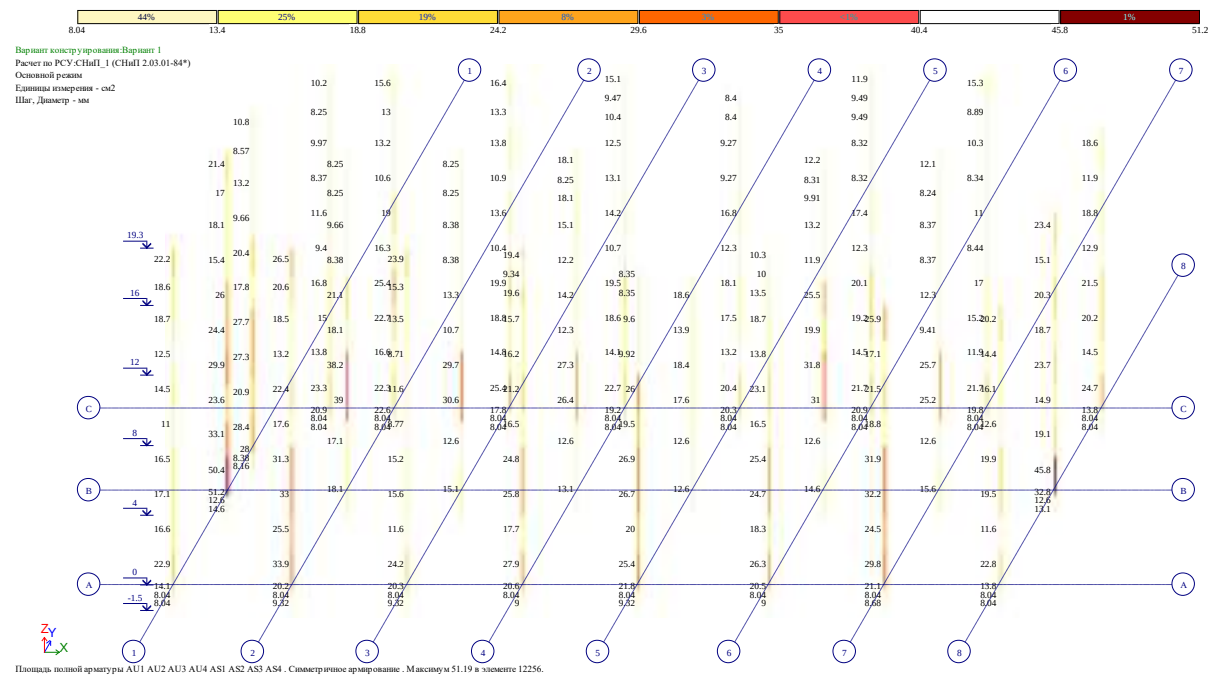


Рис. 5.12 Площадь полной арматуры AU1 AU2 AU3 AU4 AS1 AS2 AS3 AS4 . Симметричное армирование .
 Максимум 51.45 в элементе 12256.

5.3 Армирование ригелей

5.3.1 Армирование ригелей на отметке +4.00 и +8.00

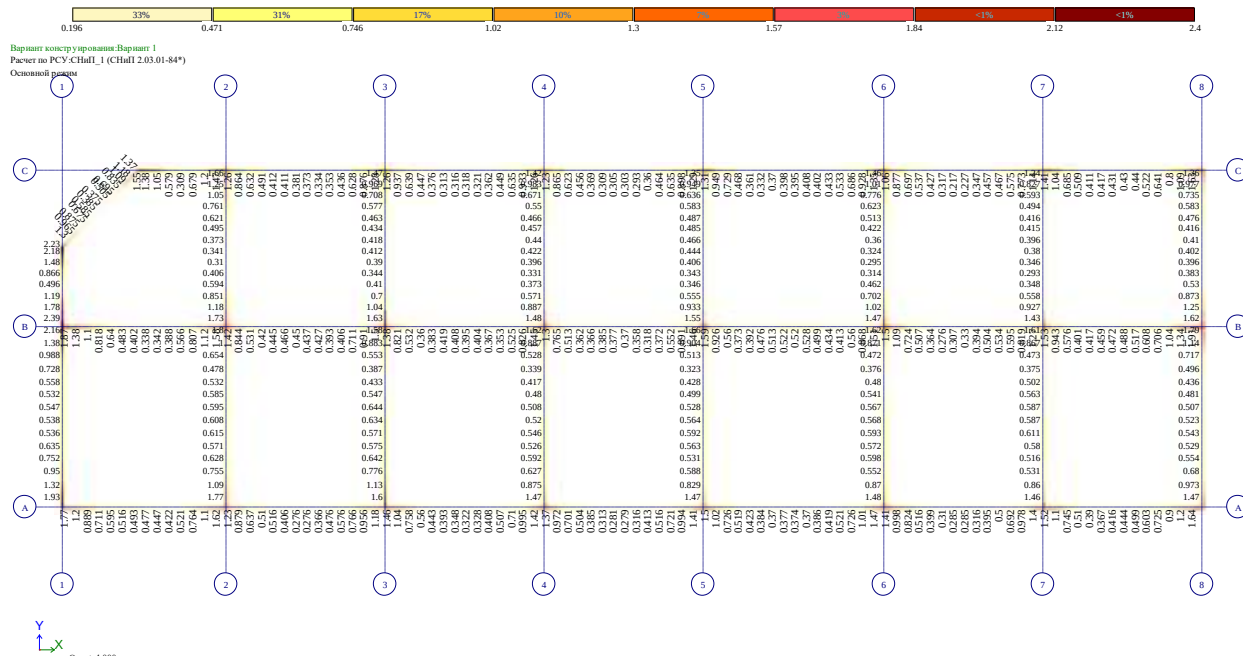


Рис. 5.13 Процент армирования (Площадь полной арматуры) Несимметричное армирование. Максимум 2.39 в элементе 406.

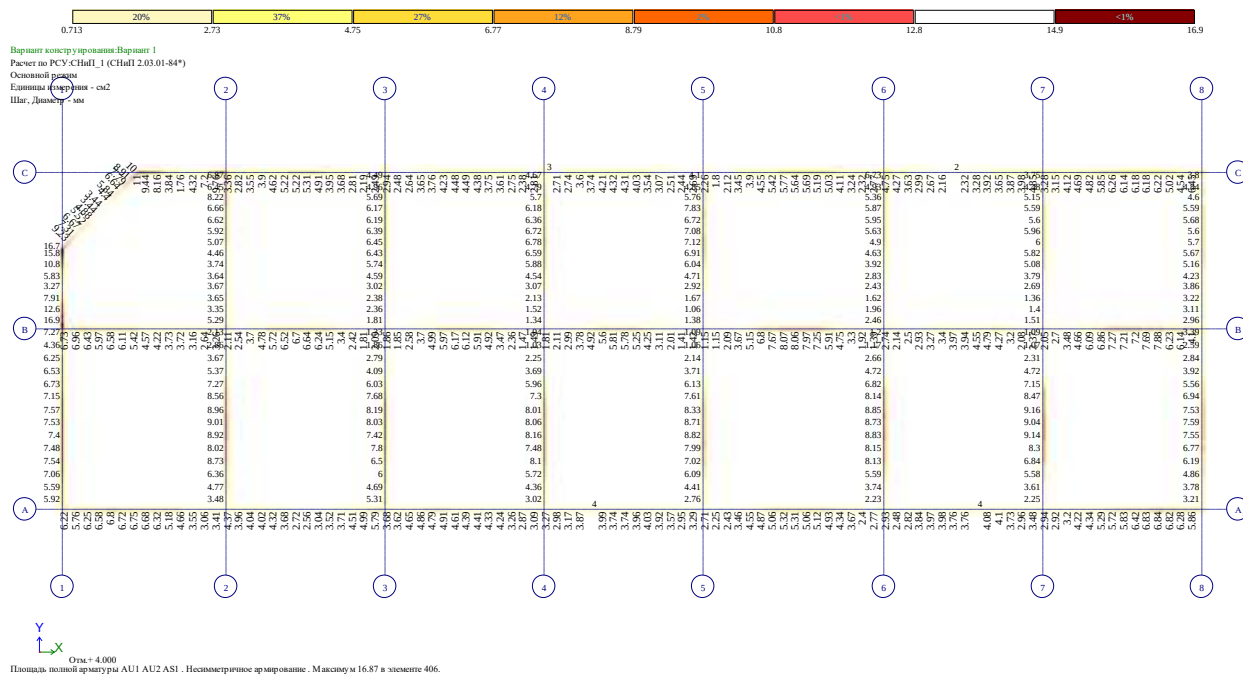


Рис. 5.14 Площадь полной арматуры AU1 AU2 AS1. Несимметричное армирование. Максимум 16.87 в элементе 406.

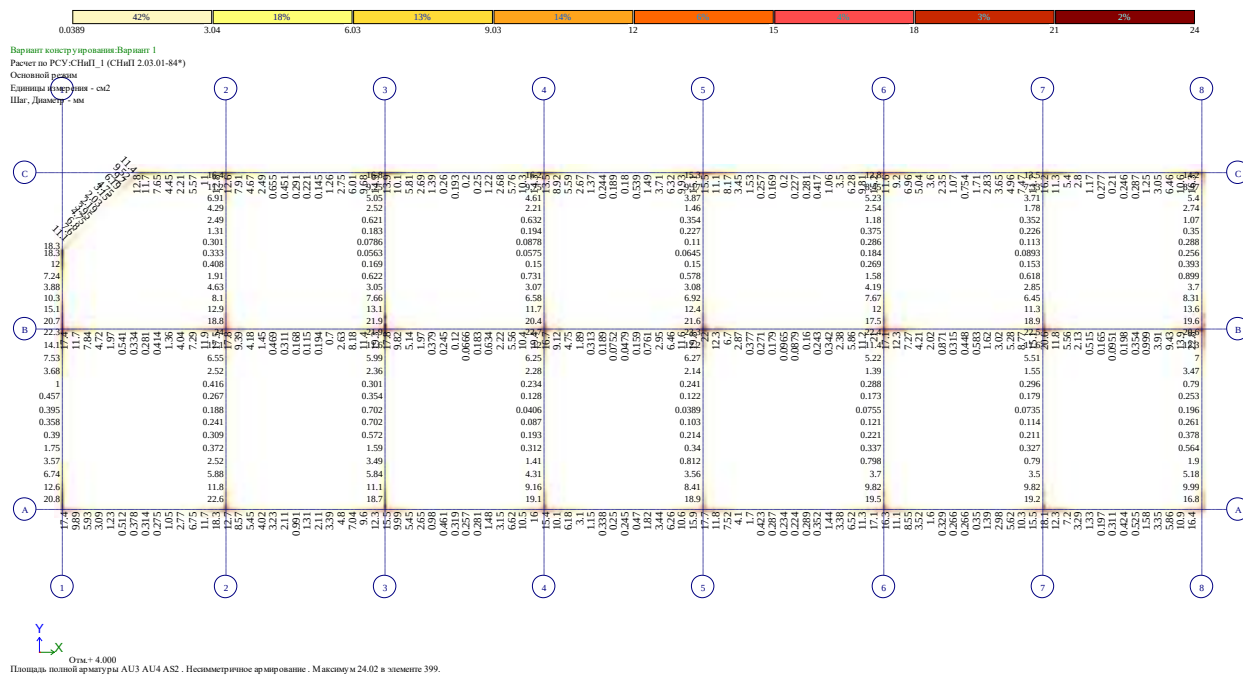


Рис. 5.15 Площадь полной арматуры AU3 AU4 AS2 . Несимметричное армирование . Максимум 24.36 в элементе 399.

5.3.2 Армирование ригелей на отметке +12.00

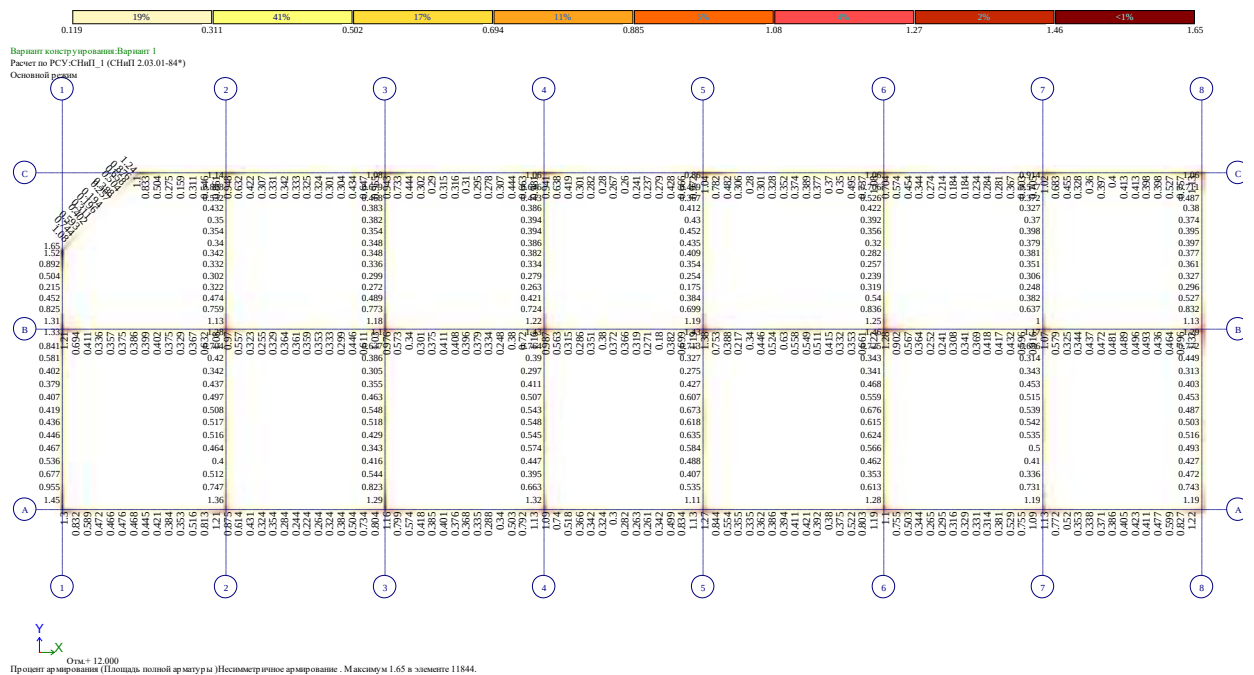


Рис. 5.16 Процент армирования (Площадь полной арматуры / Несимметричное армирование). Максимум 1.65 в элементе 11844.

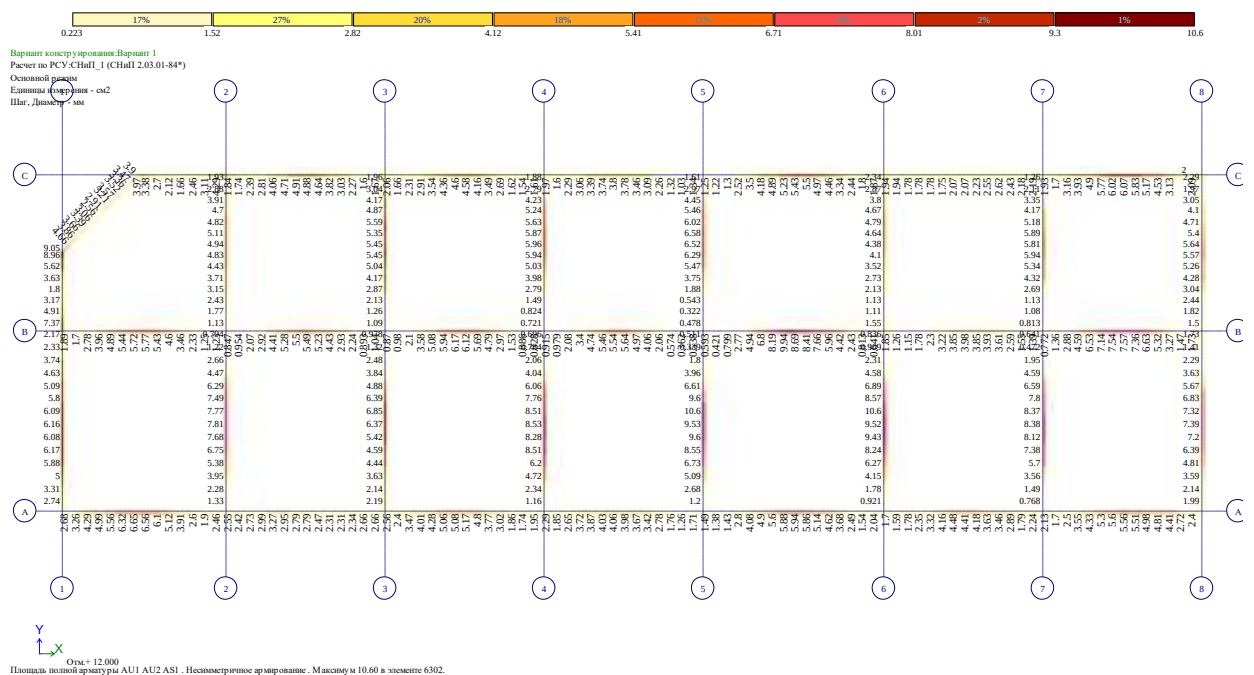


Рис. 5.17 Площадь полной арматуры AU1 AU2 AS1. Несимметричное армирование. Максимум 10.59 в элементе 6301.

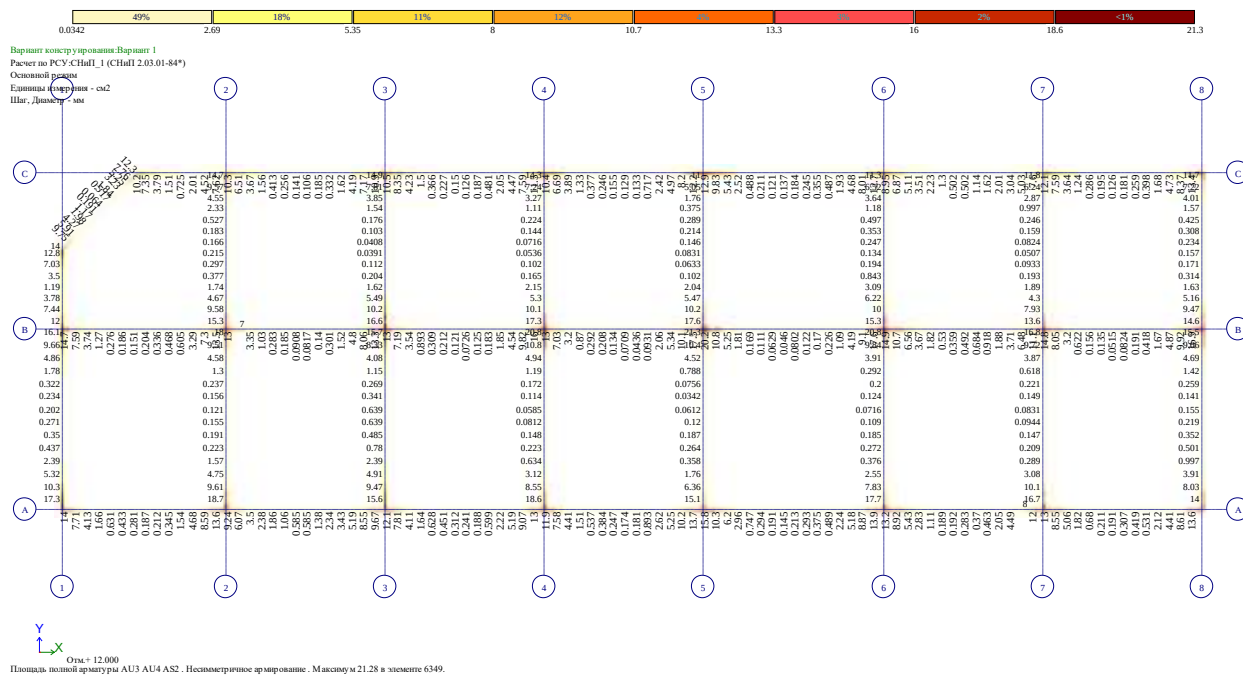


Рис. 5.18 Площадь полной арматуры AU3 AU4 AS2 . Несимметричное армирование . Максимум 21.60 в элементе 6349.

5.3.3 Армирование ригелей на отметке +16.00

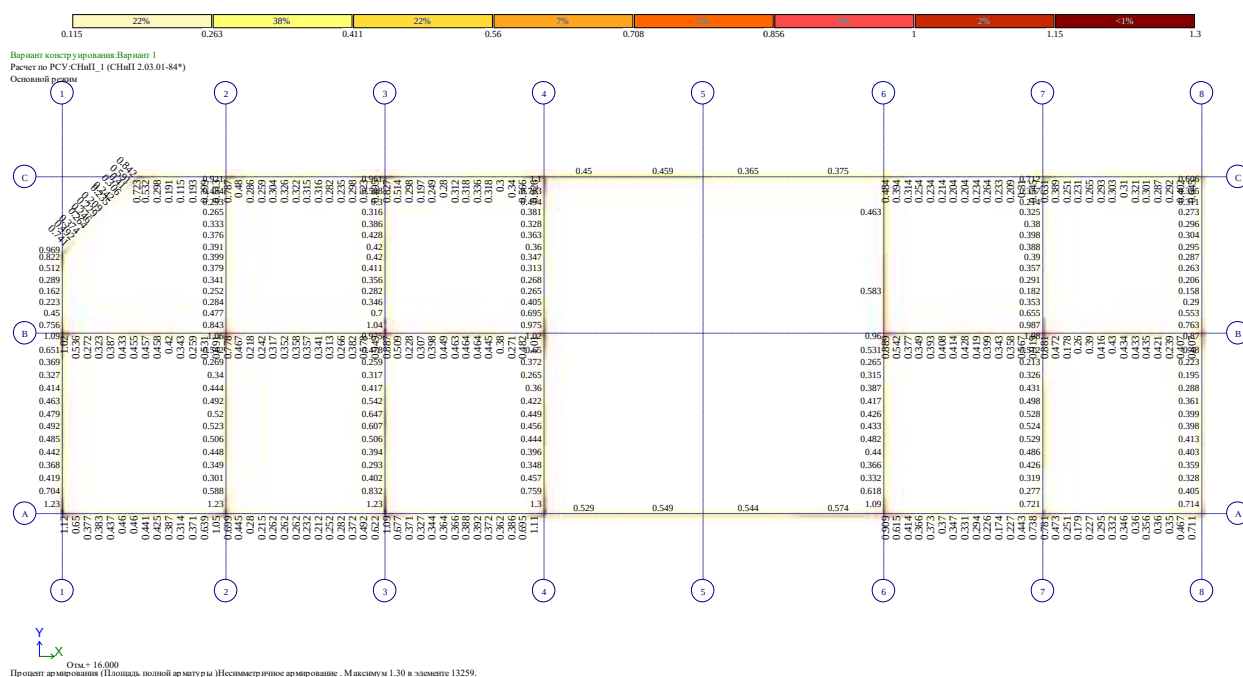


Рис. 5.19 Процент армирования (Площадь полной арматуры / Несимметричное армирование - Максимум 1.36 в элементе 13259.

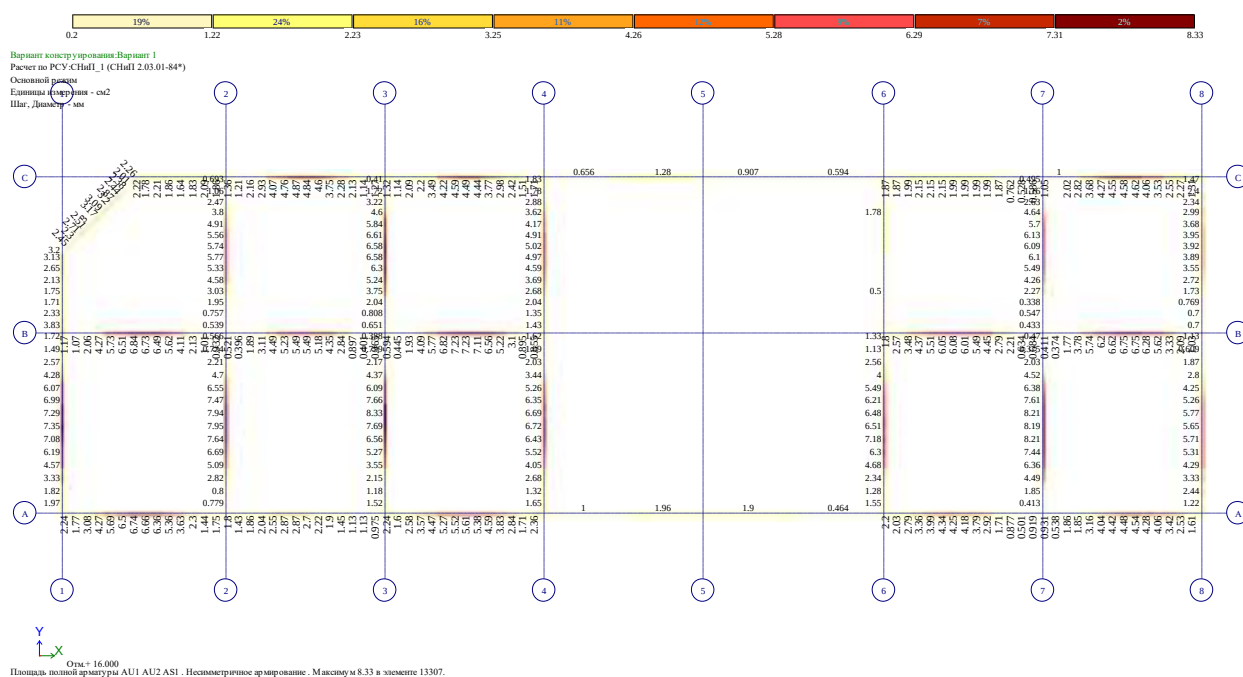


Рис. 5.20 Площадь полной арматуры AU1 AU2 AS1 - Несимметричное армирование - Максимум 8.21 в элементе 13296.

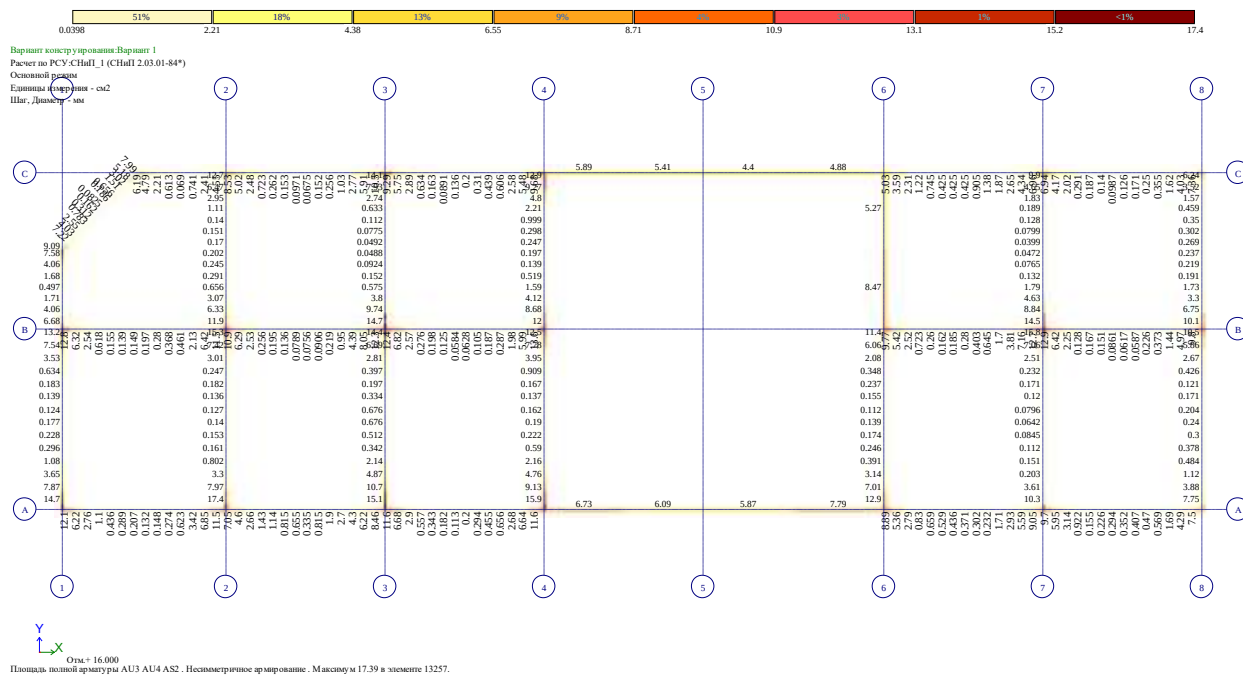


Рис. 5.21 Площадь полной арматуры AU3 AU4 AS2 . Несимметричное армирование . Максимум 17.22 в элементе 13257.

5.3.4 Армирование ригелей на отметке +18.10

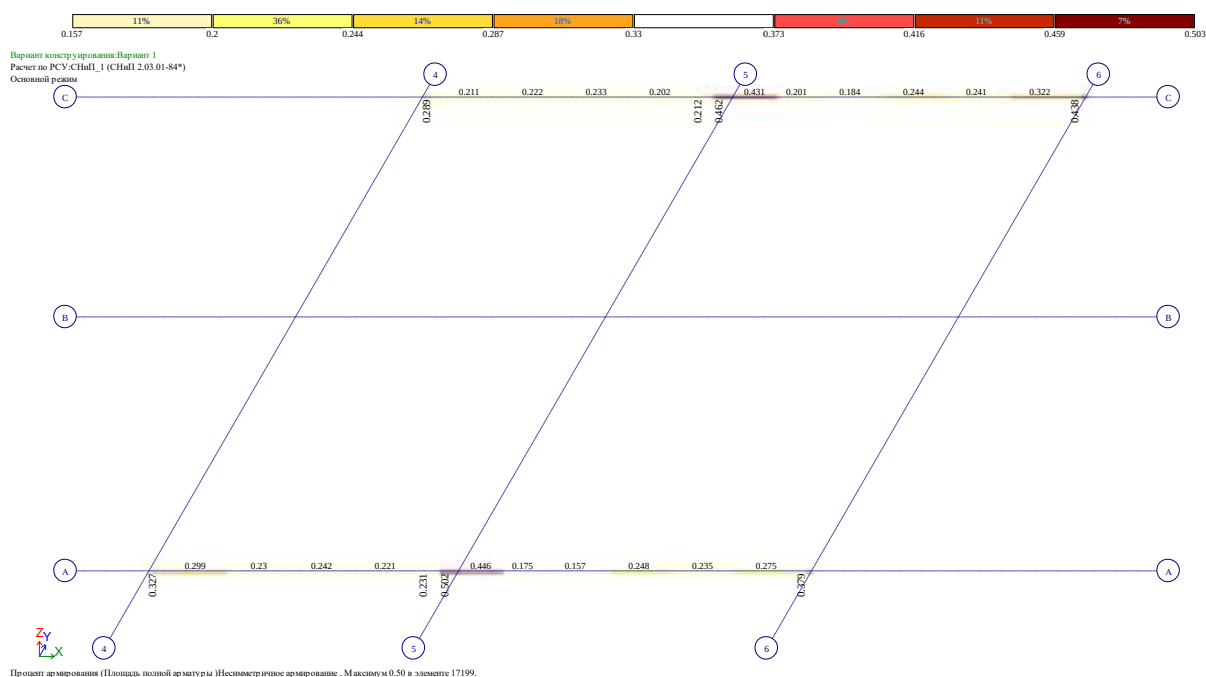


Рис. 5.22 Процент армирования (Площадь полной арматуры) Несимметричное армирование. Максимум 0.50 в элементе 17199.

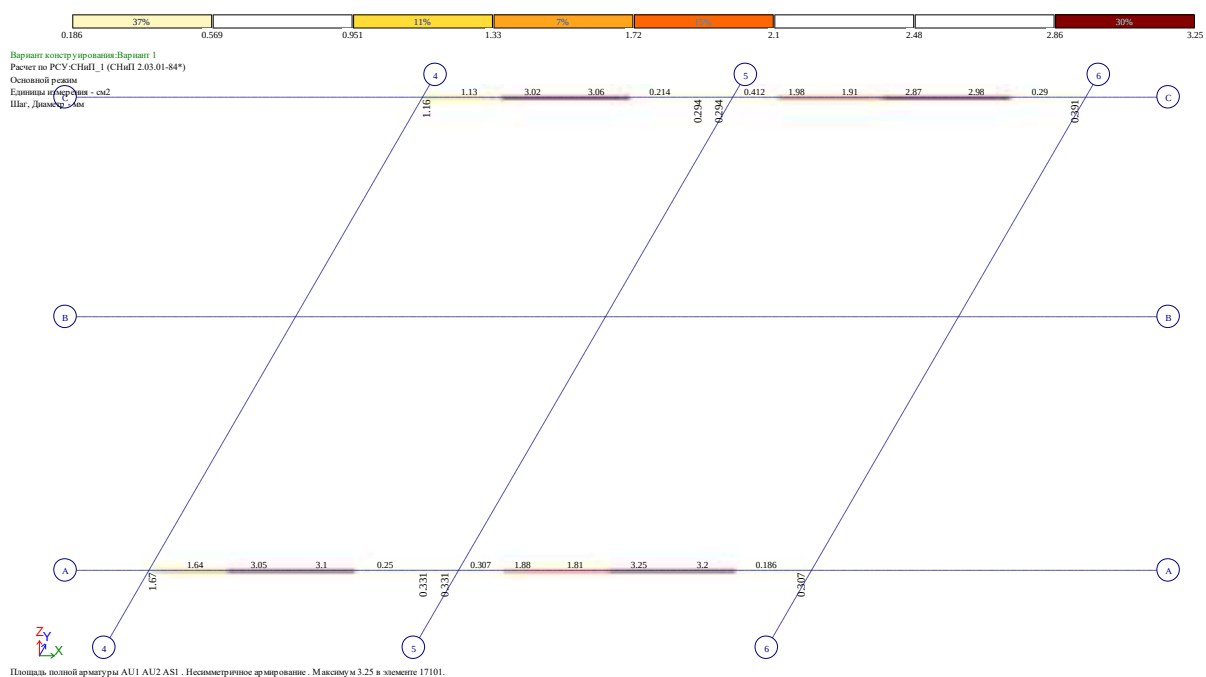


Рис. 5.23 Площадь полной арматуры AU1 AU2 AS1. Несимметричное армирование. Максимум 3.25 в элементе 17101.

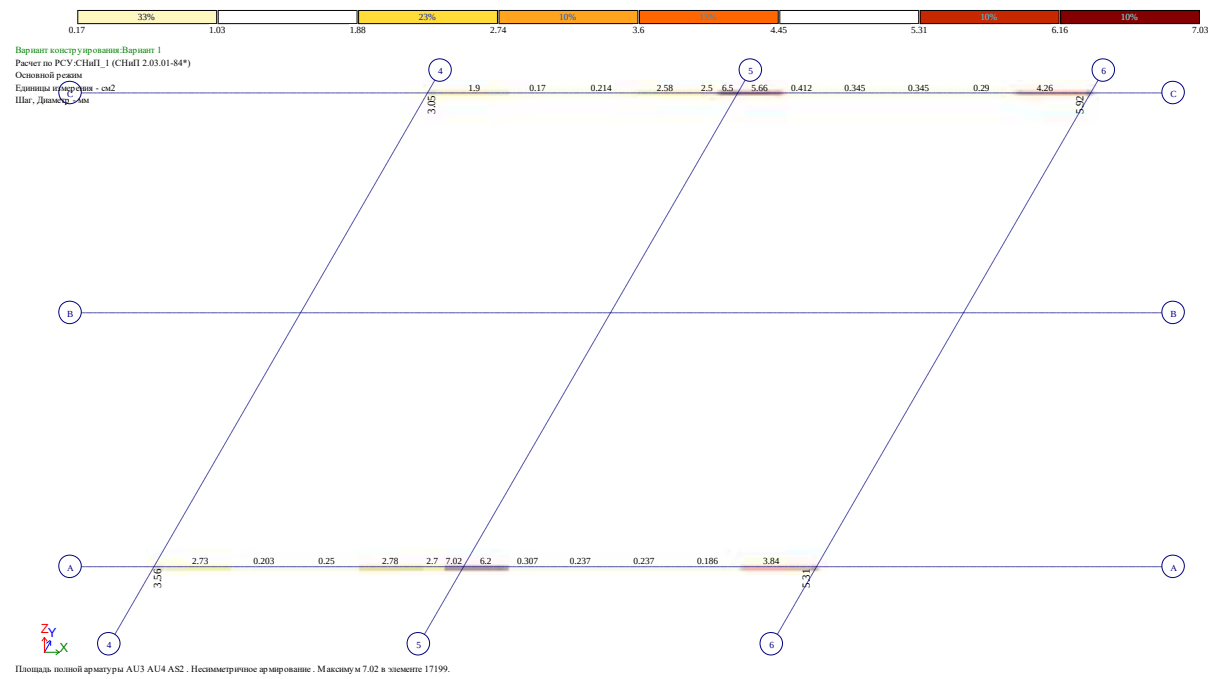


Рис. 5.24 Площадь полной арматуры AU3 AU4 AS2. Несимметричное армирование. Максимум 7.02 в элементе 17199.

5.3.5 Армирование ригелей на отметке +19.30

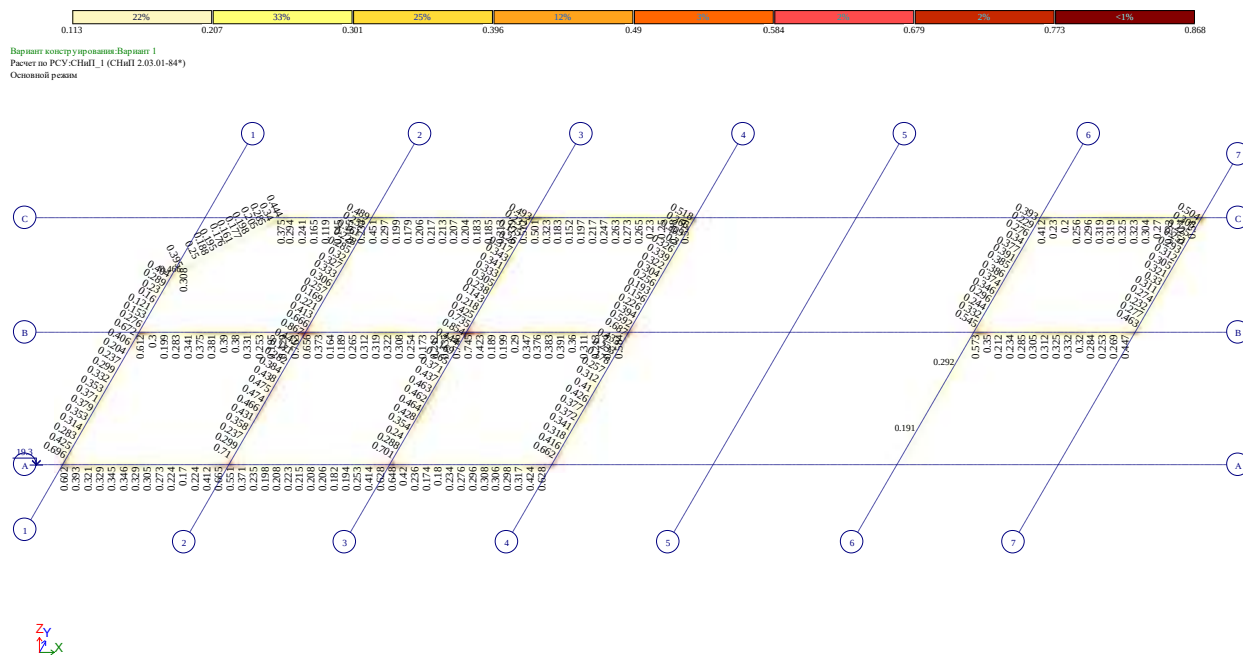


Рис. 5.25 Процент армирования (Площадь полной арматуры) Несимметричное армирование . Максимум 0.88 в элементе 15371.

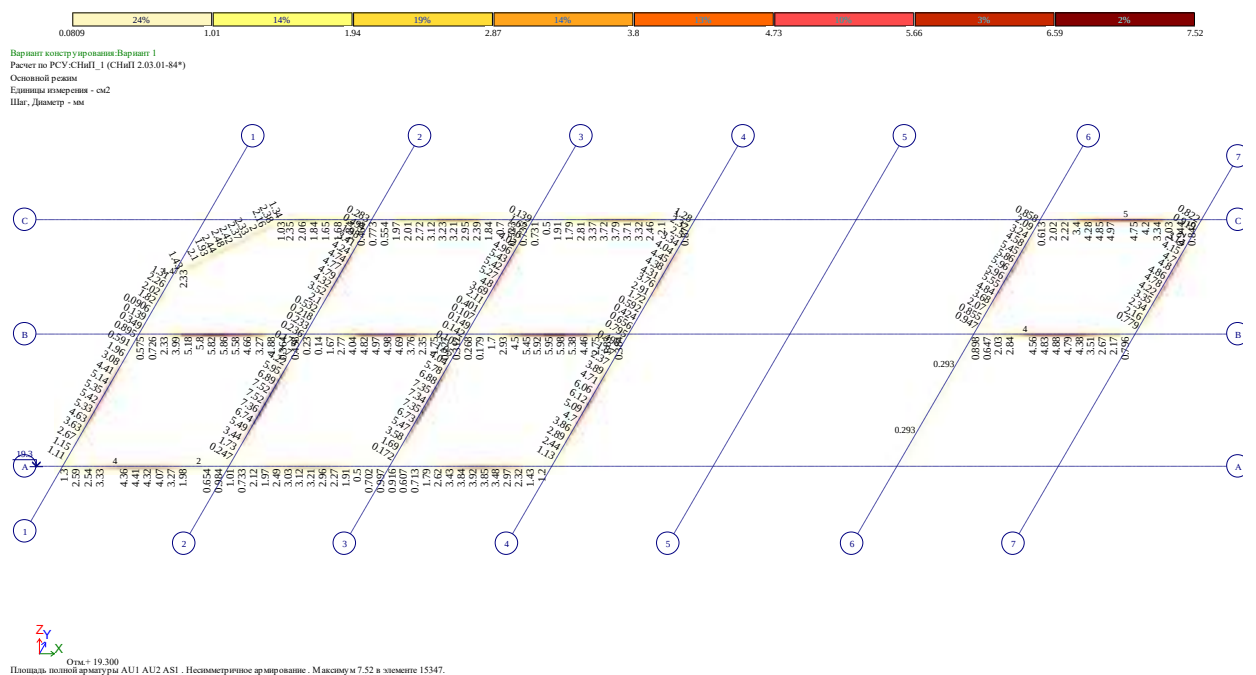


Рис. 5.26 Площадь полной арматуры AU1 AU2 AS1 . Несимметричное армирование . Максимум 7.51 в элементе 15347.

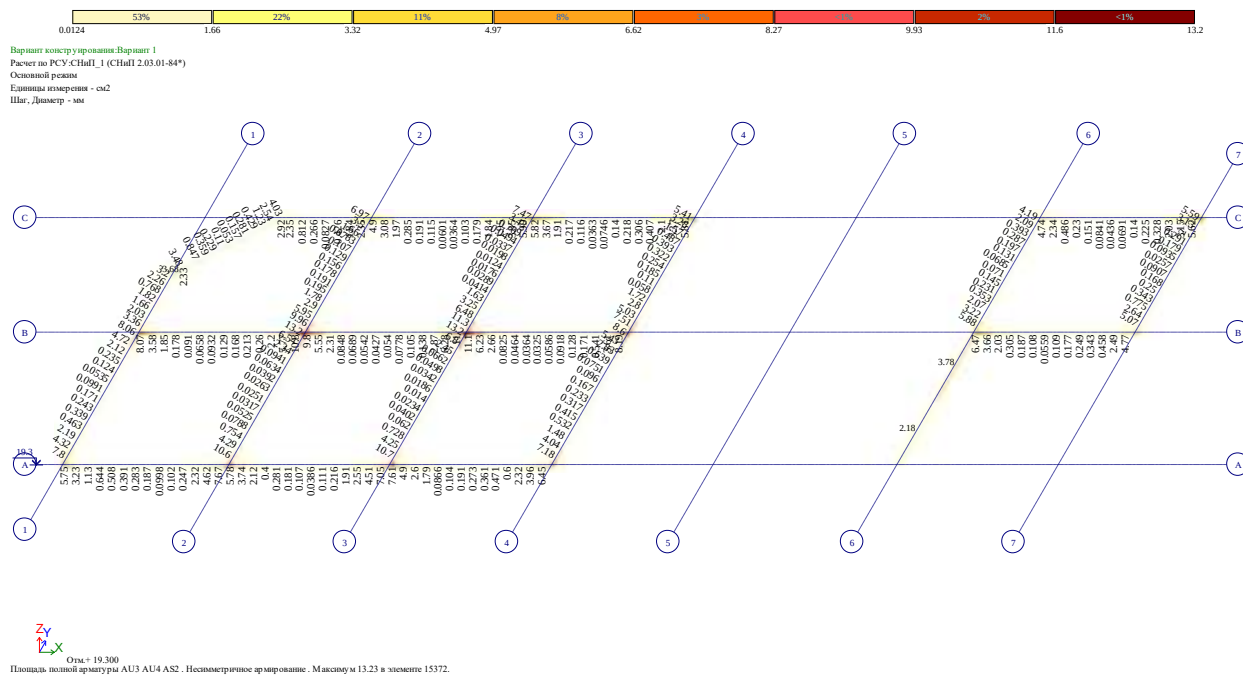


Рис. 5.27 Площадь полной арматуры AU3 AU4 AS2 . Несимметричное армирование . Максимум 13.39 в элементе 15372.

5.4 Армирование плита перекрытия

5.4.1 Армирование на отметке +4.00

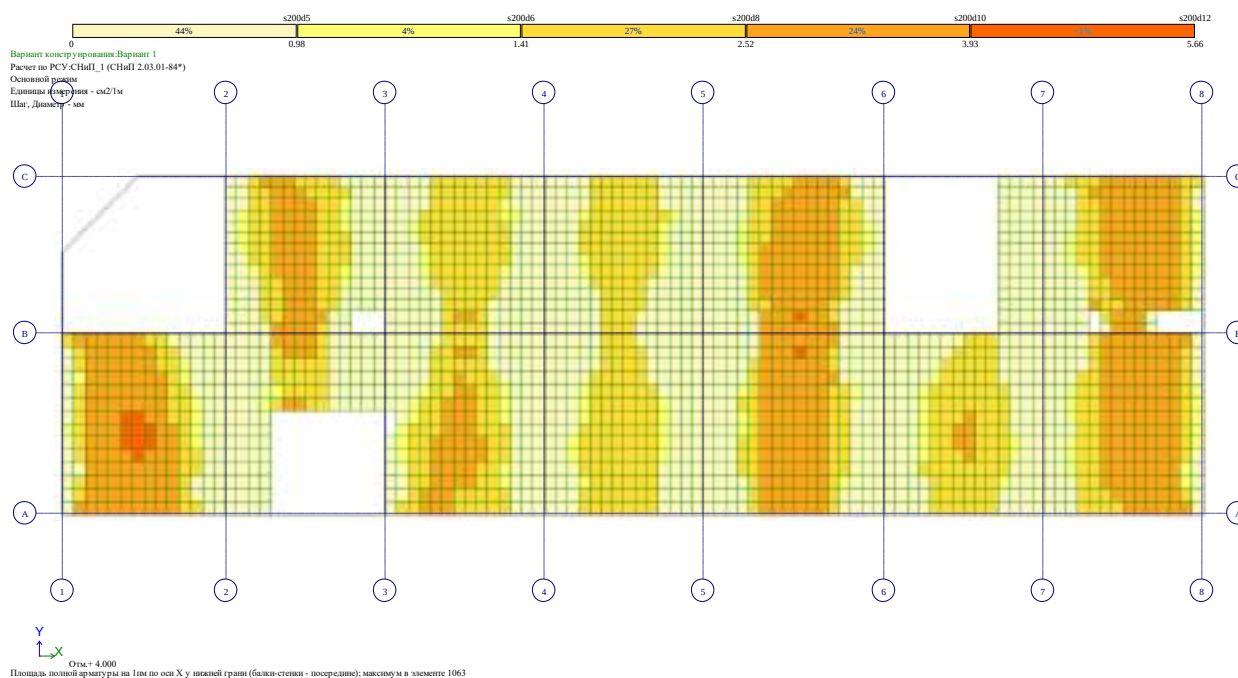


Рис. 5.28 Площадь полной арматуры на 1м по оси X у нижней грани (балки-стенки - посередине)

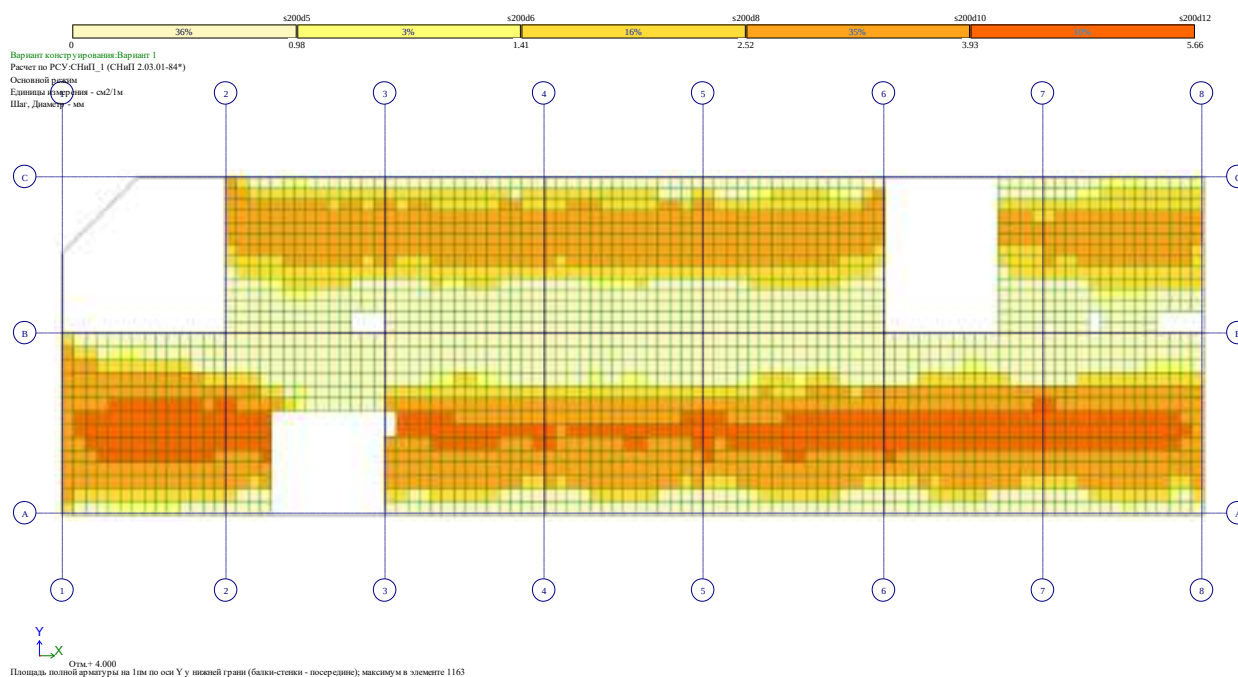


Рис. 5.29 Площадь полной арматуры на 1м по оси Y у нижней грани (балки-стенки - посередине)

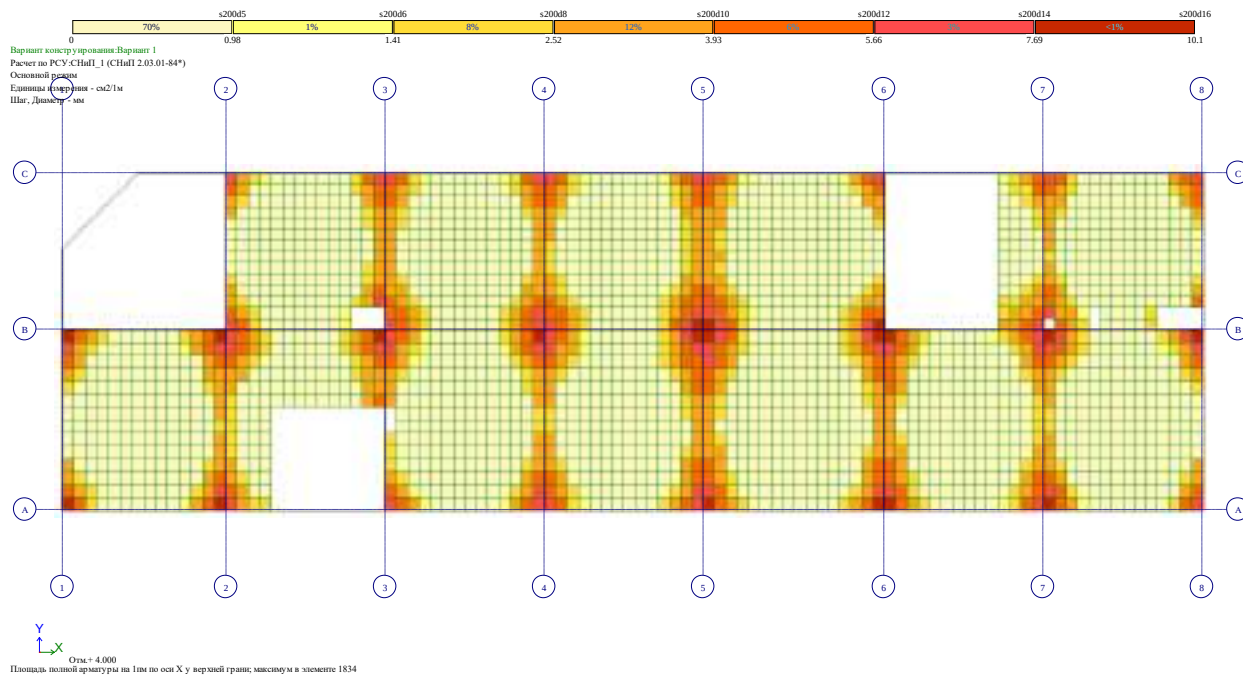


Рис. 5.30 Площадь полной арматуры на 1мм по оси X у верхней грани

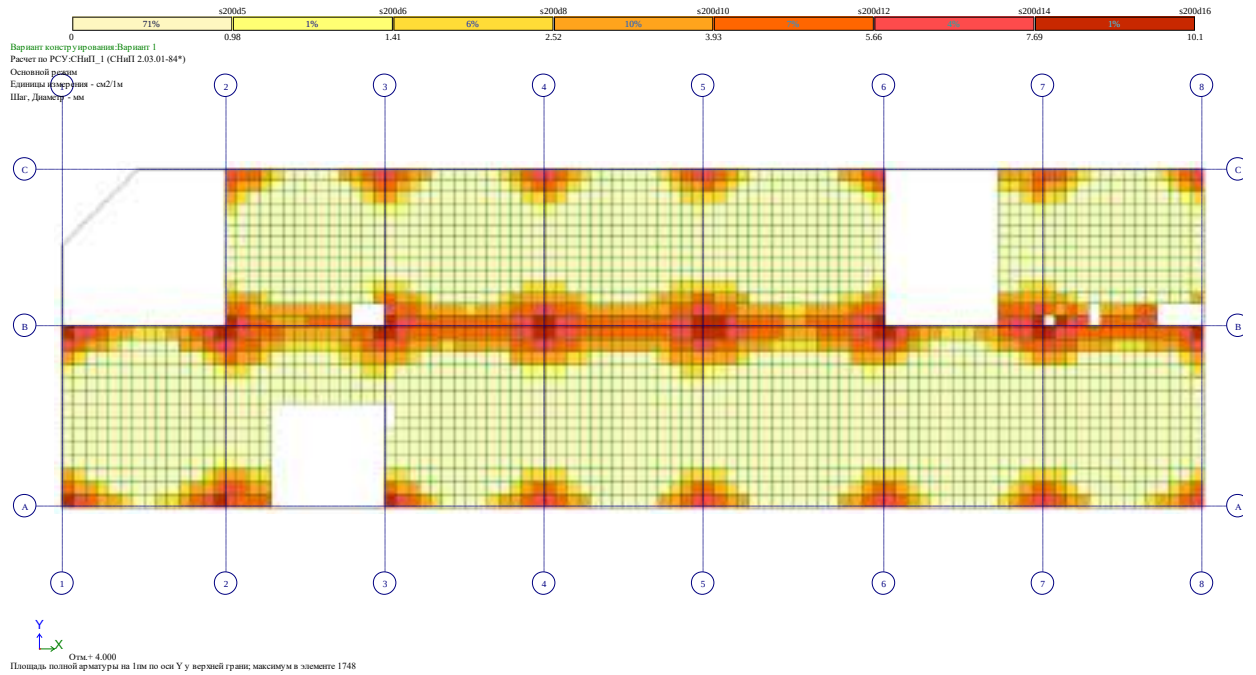


Рис. 5.31 Площадь полной арматуры на 1мм по оси Y у верхней грани

5.4.2 Армирование на отметке +8.00

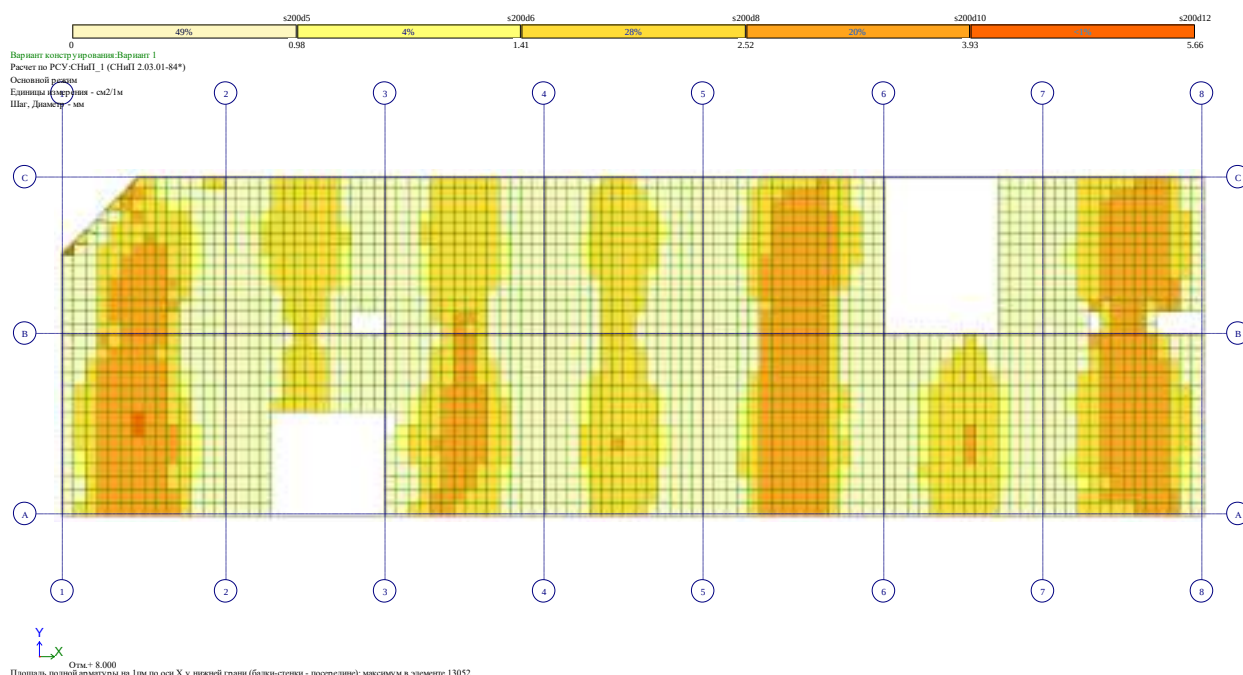


Рис. 5.32 Площадь полной арматуры на 1м по оси X у нижней грани (балки-стенки - посередине)

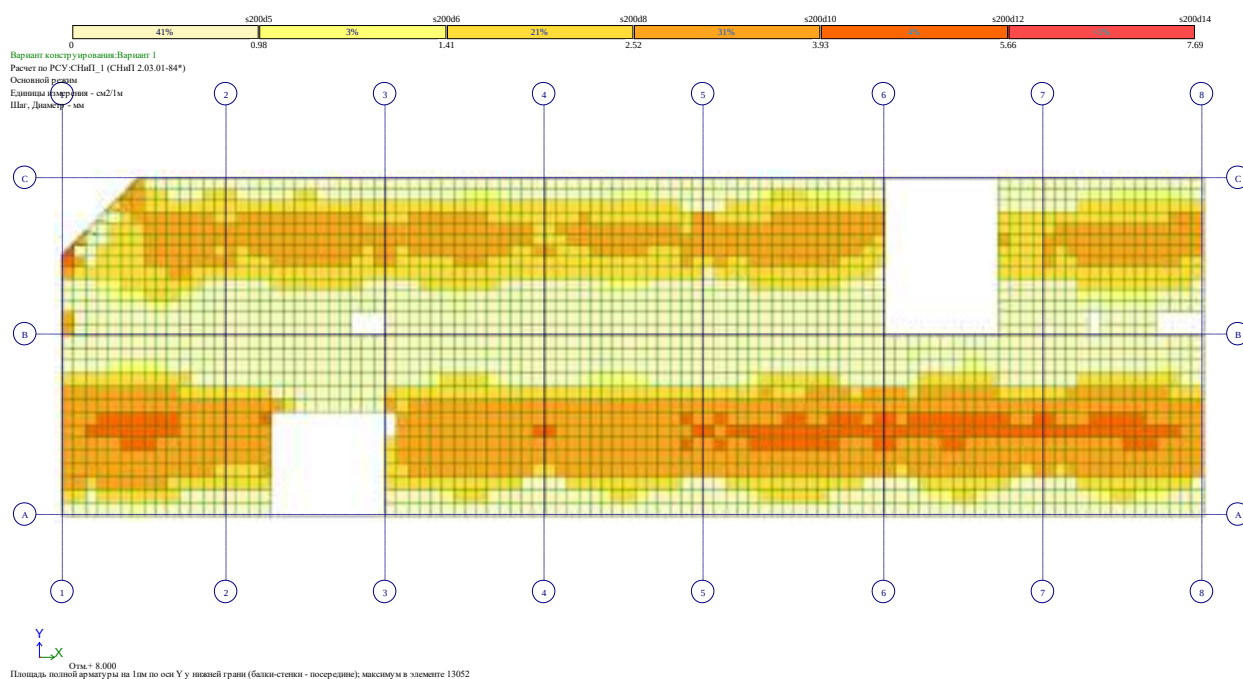


Рис. 5.33 Площадь полной арматуры на 1м по оси Y у нижней грани (балки-стенки - посередине)

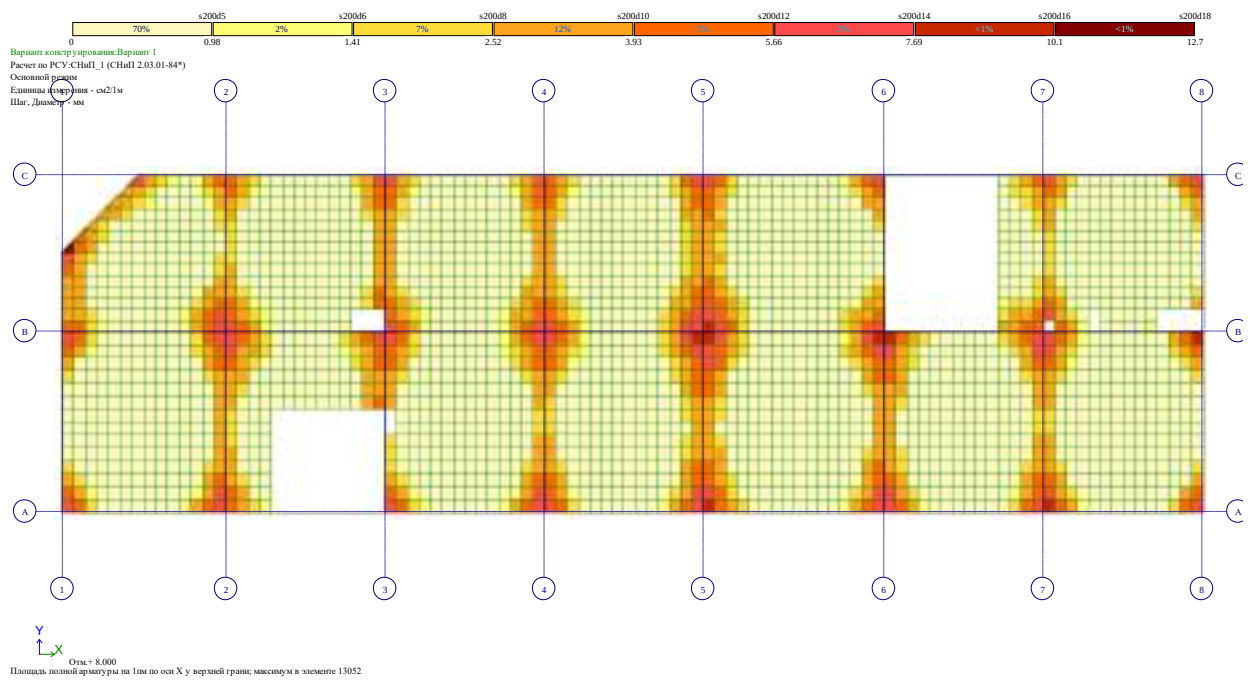


Рис. 5.34 Площадь полной арматуры на 1м по оси X у верхней грани

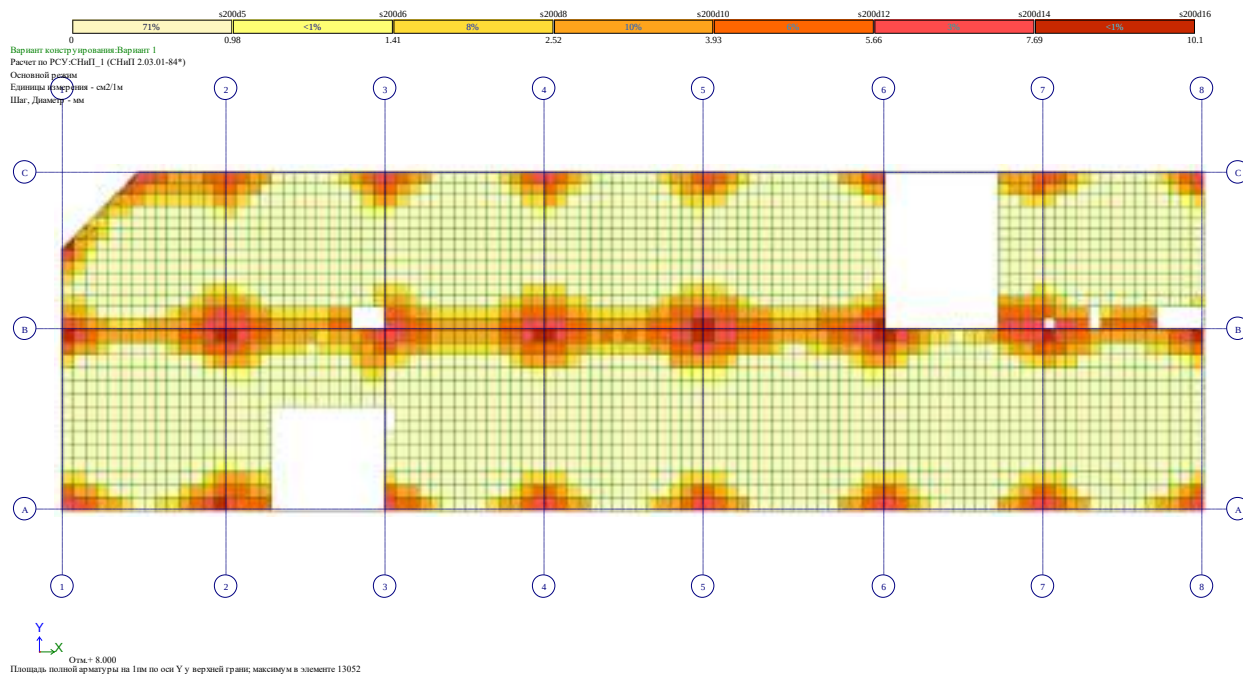
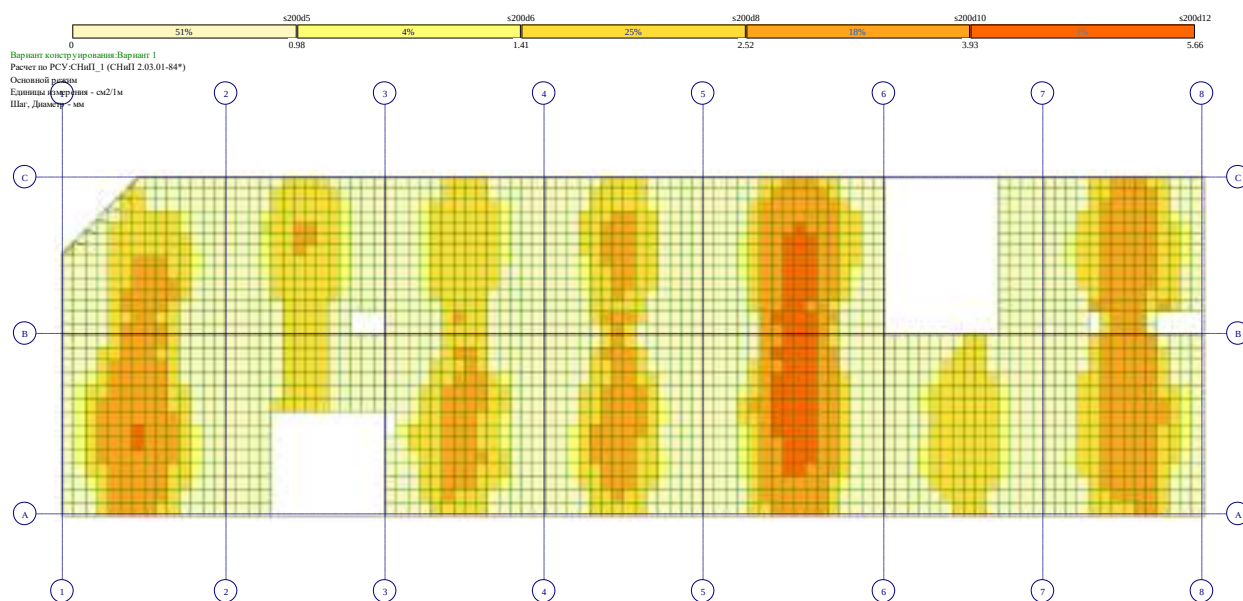


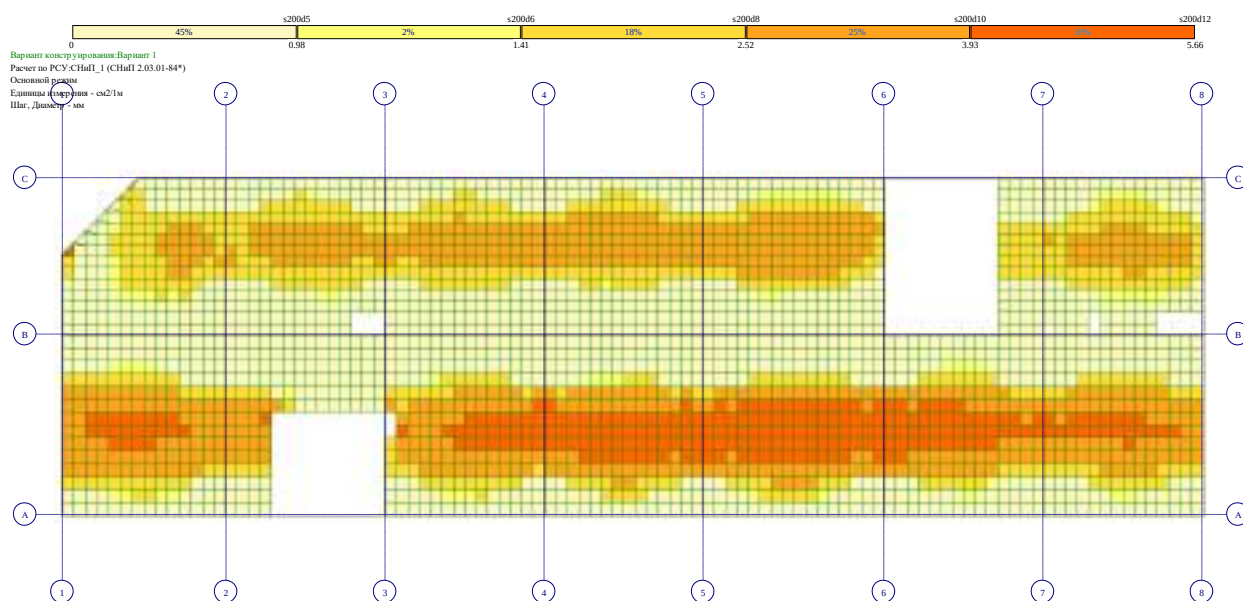
Рис. 5.35 Площадь полной арматуры на 1м по оси Y у верхней грани

5.4.3 Армирование на отметке +12.00



Y
X
Отм. + 12.000
Площадь полной арматуры на 1м по оси X у нижней грани (балки-стенки - посередине); максимум в элементе 7663

Рис. 5.36 Площадь полной арматуры на 1м по оси X у нижней грани (балки-стенки - посередине)



Y
X
Отм. + 12.000
Площадь полной арматуры на 1м по оси Y у нижней грани (балки-стенки - посередине); максимум в элементе 7067

Рис. 5.37 Площадь полной арматуры на 1м по оси Y у нижней грани (балки-стенки - посередине)

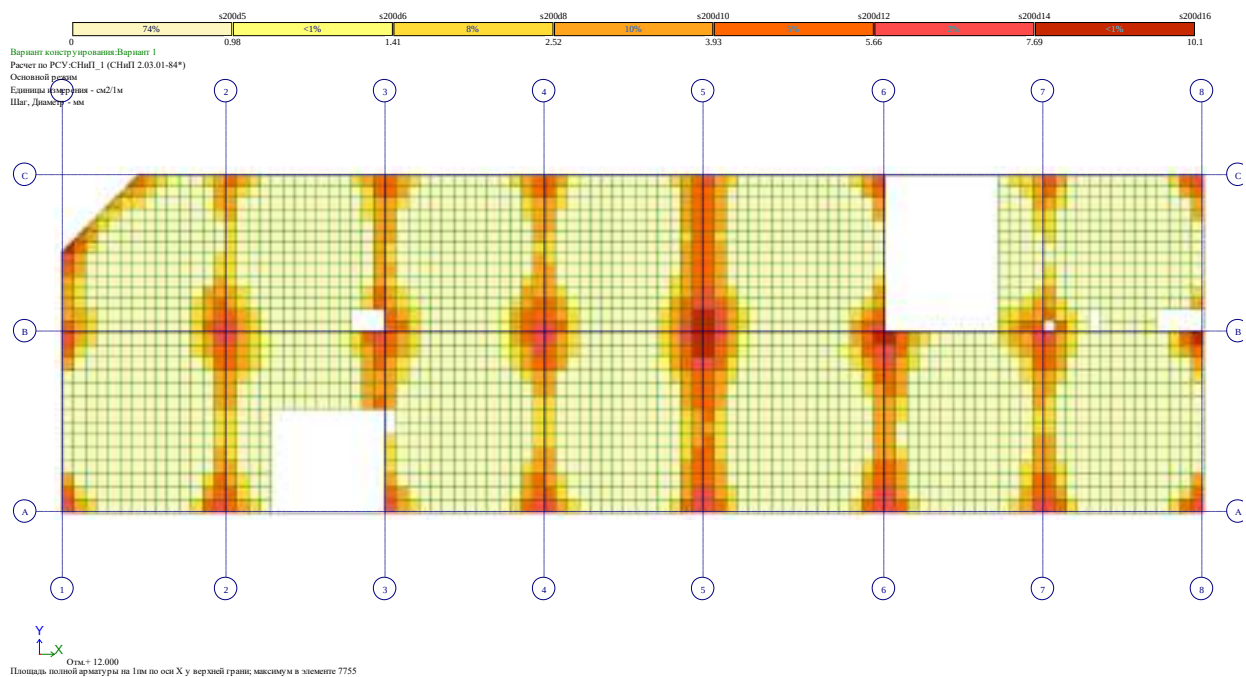


Рис. 5.38 Площадь полной арматуры на 1м по оси X у верхней грани

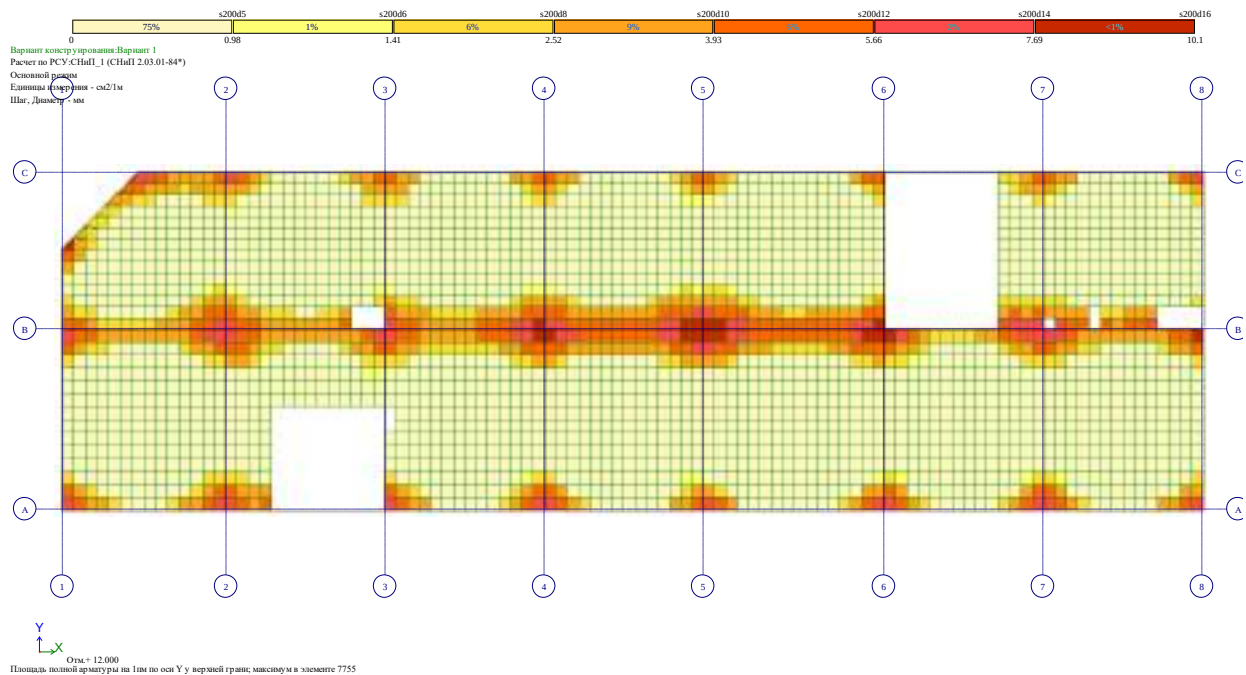
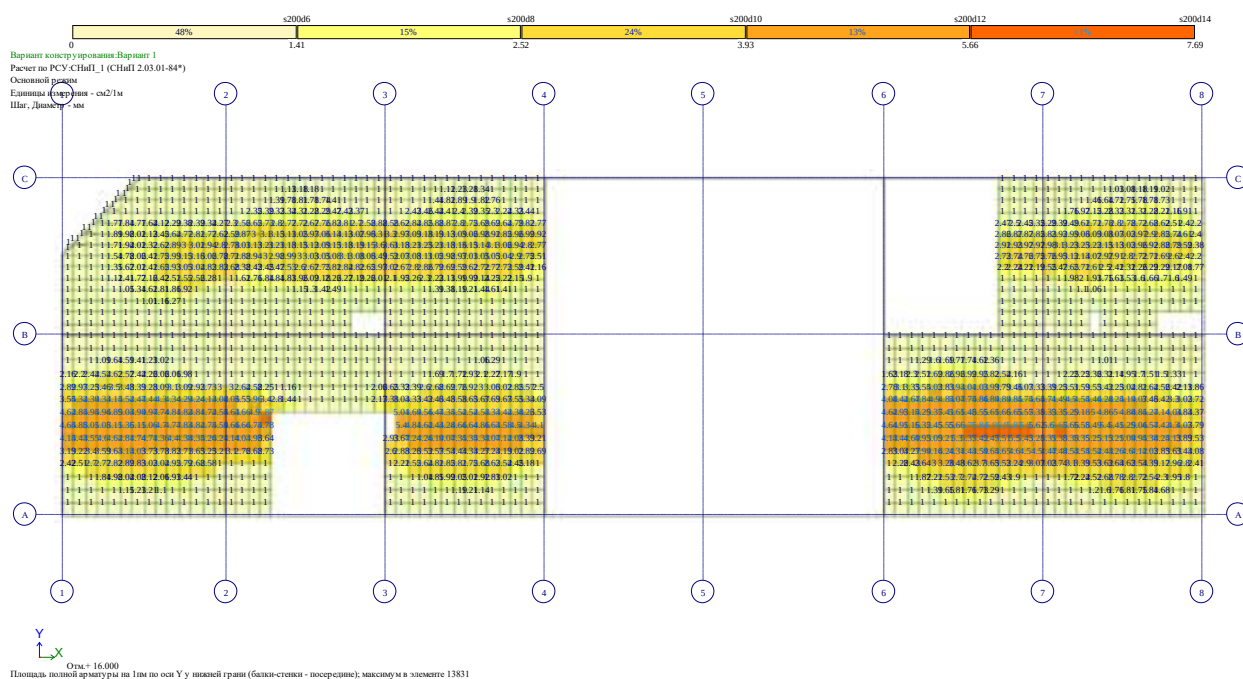
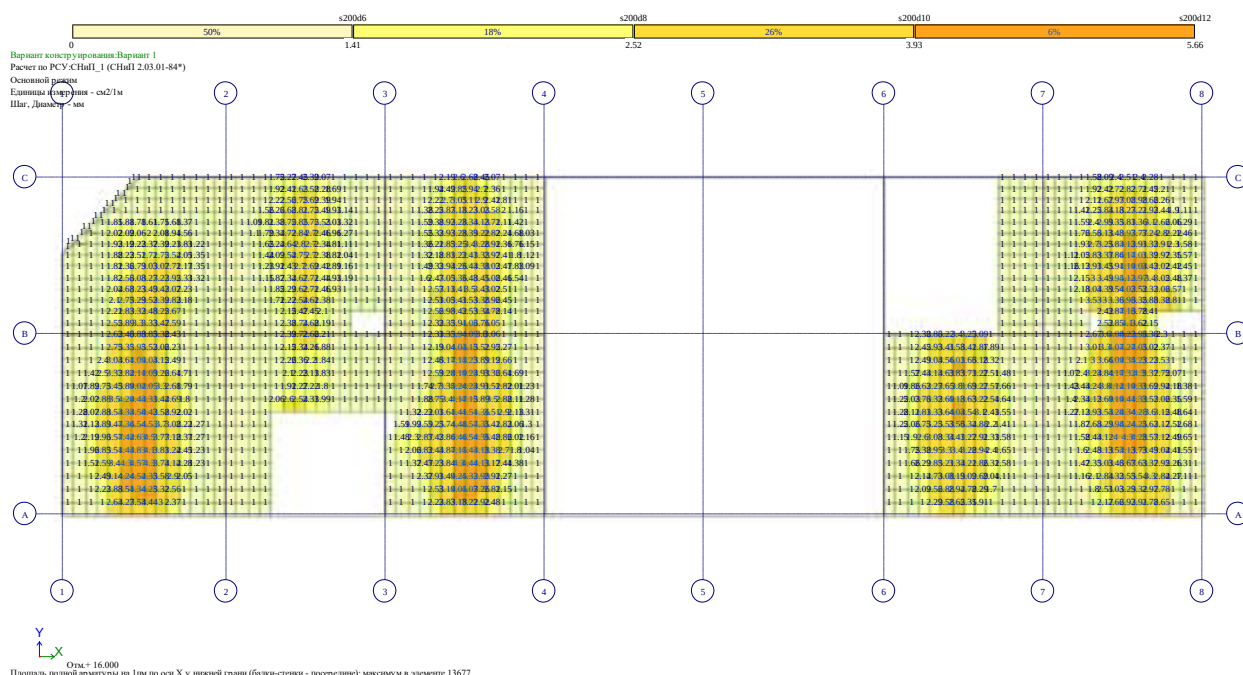


Рис. 5.39 Площадь полной арматуры на 1м по оси Y у верхней грани



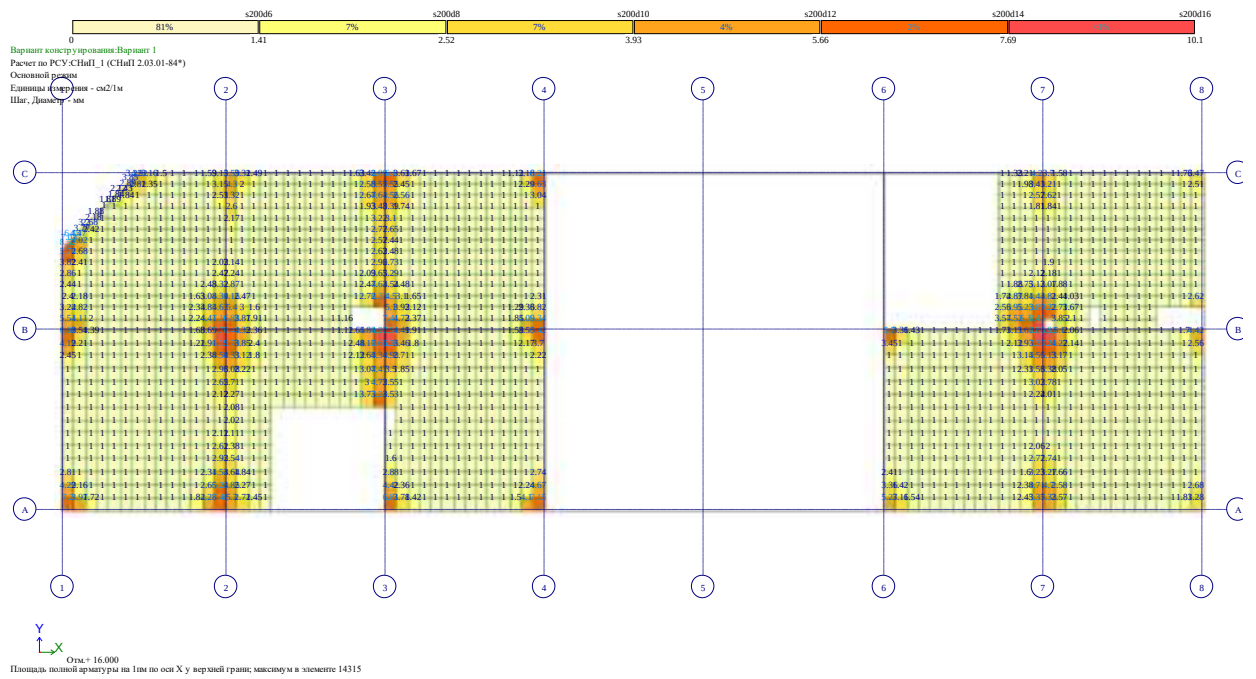


Рис. 5.42 Площадь полной арматуры на 1м по оси X у верхней грани

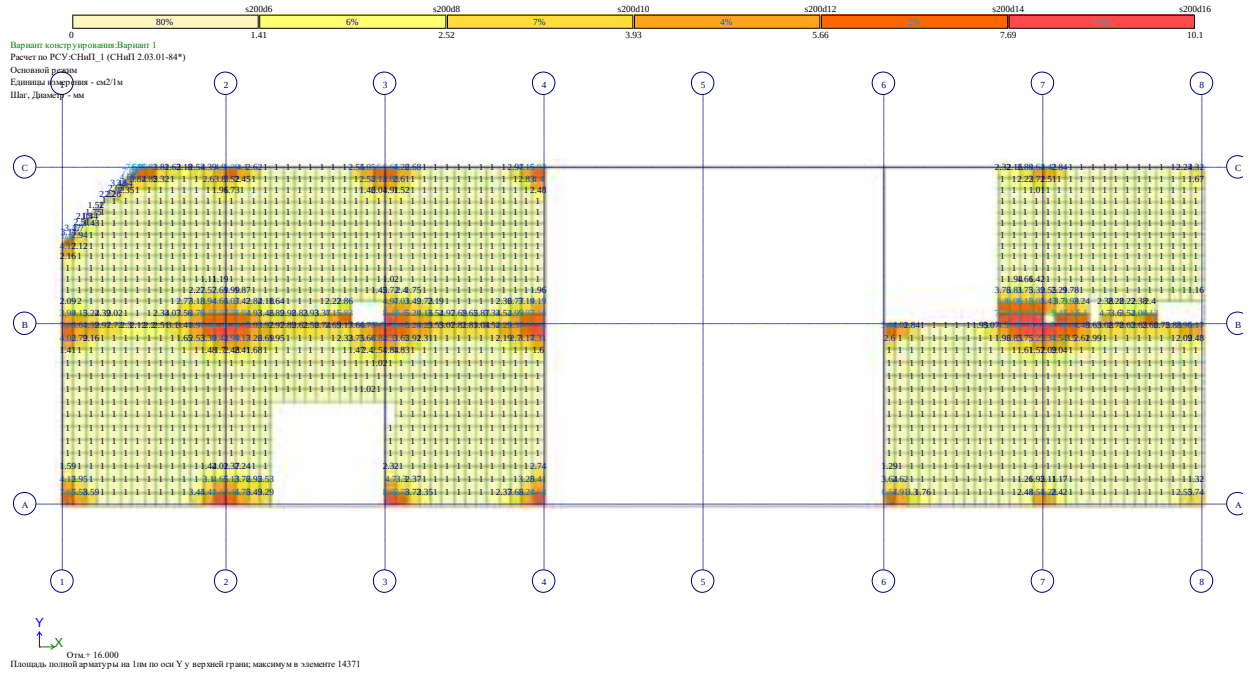


Рис. 5.43 Площадь полной арматуры на 1м по оси Y у верхней грани

5.4.5 Армирование на отметке +19.30

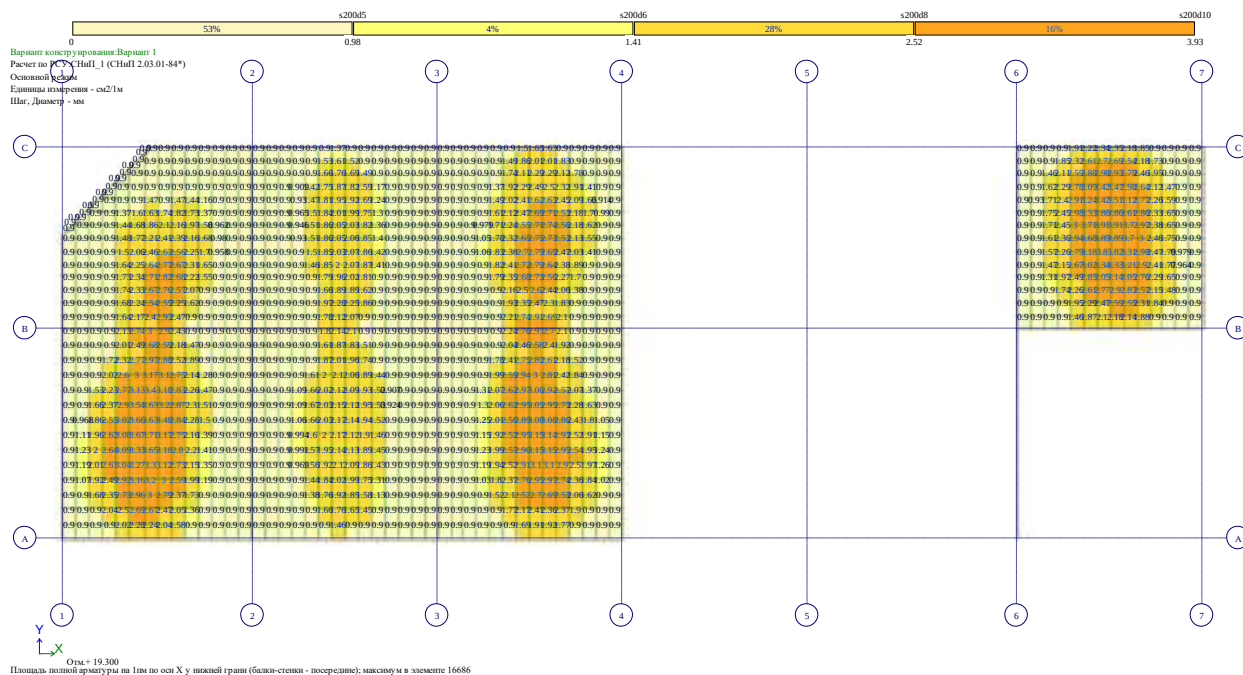


Рис. 5.44 Площадь полной арматуры на 1м по оси X у нижней грани (балки-стенки - посередине)

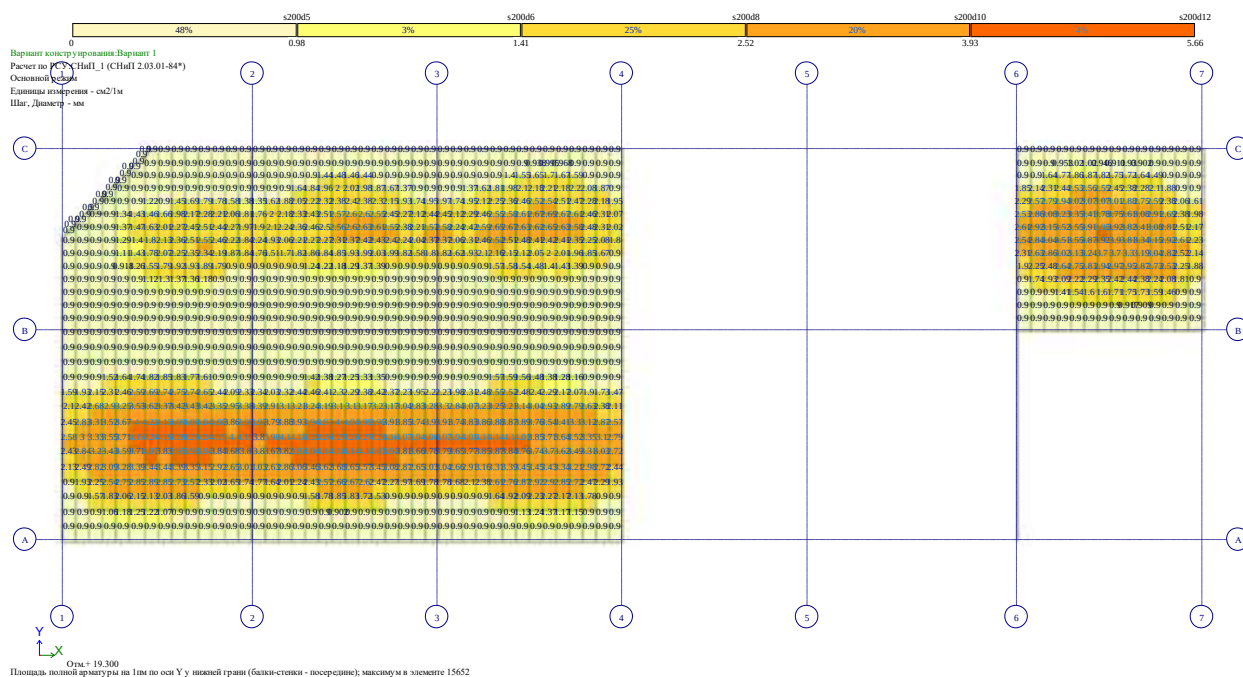


Рис. 5.45 Площадь полной арматуры на 1м по оси Y у нижней грани (балки-стенки - посередине)

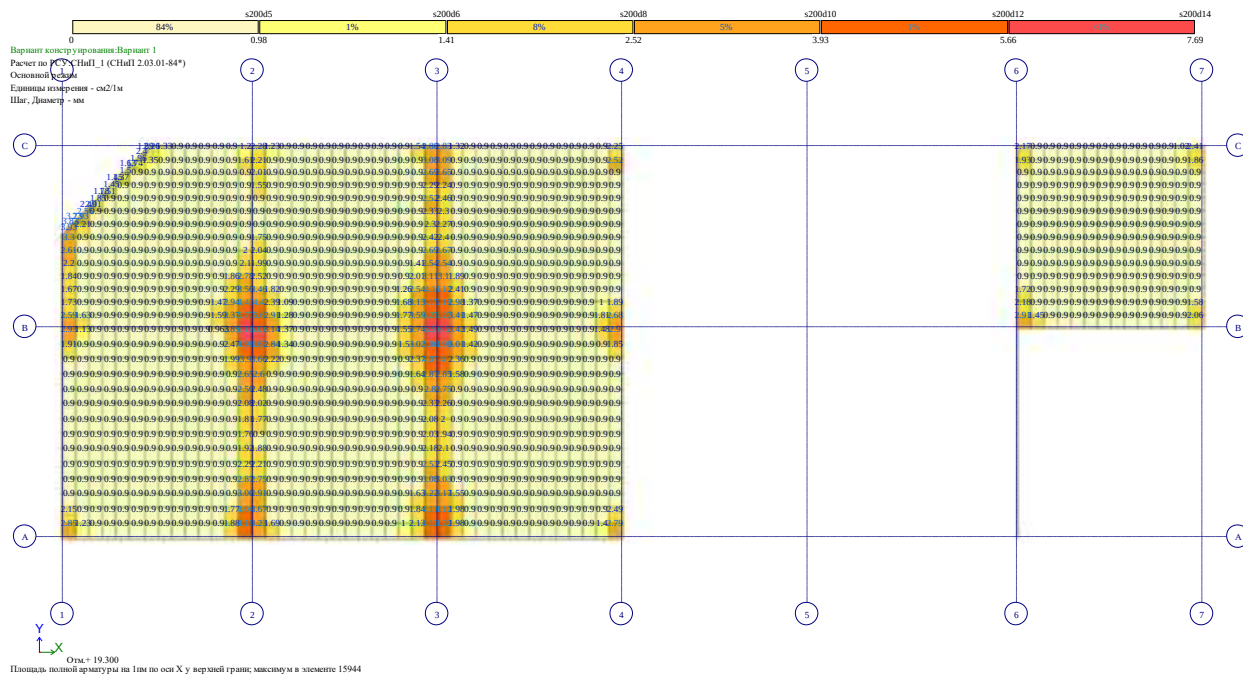


Рис. 5.46 Площадь полной арматуры на 1м по оси X у верхней грани

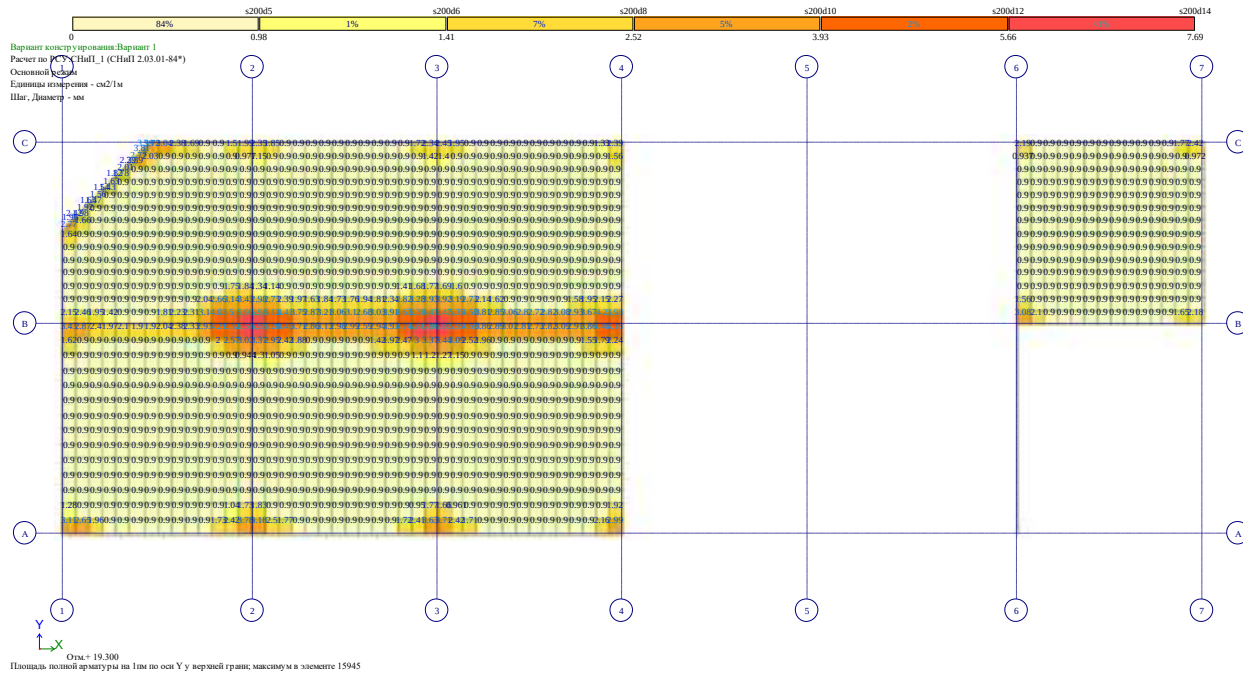


Рис. 5.47 Площадь полной арматуры на 1м по оси Y у верхней грани

6 Результаты расчёта металлоконструкций

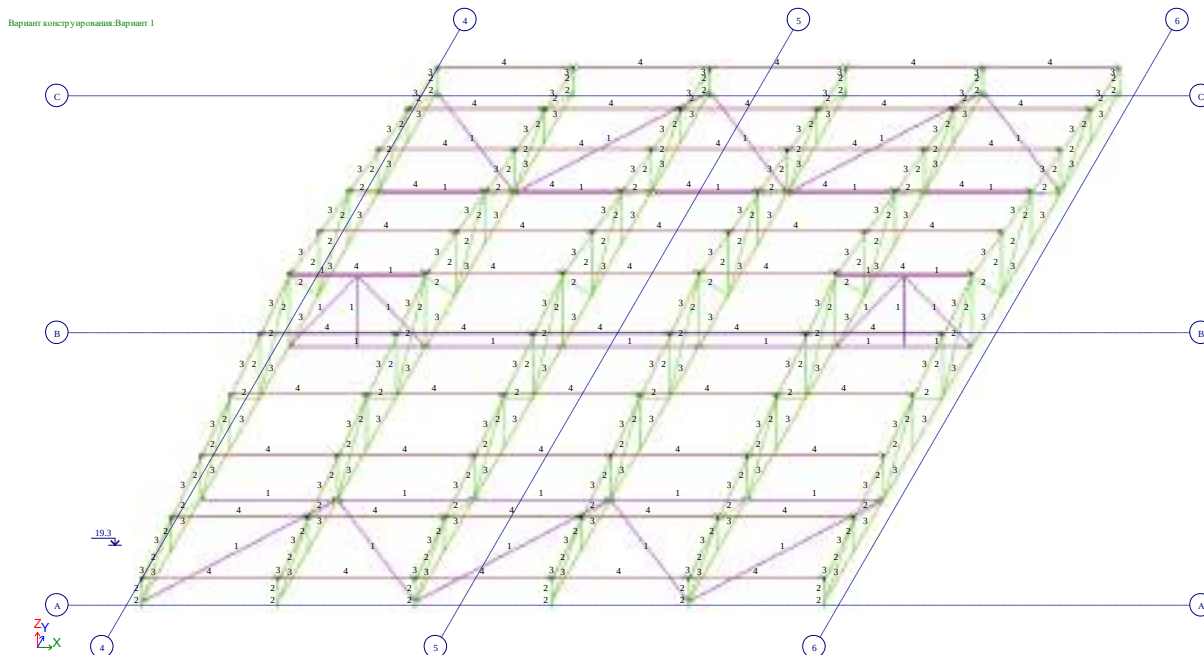


Рис. 6.1 1.SL [1. Основная задача: C1. Основная задача

6.1 Жесткости

Таблица 6.1 Жесткостные характеристики

Таблица 6.1 Жесткостные характеристики. Стержни

Цвет	Номер	Имя	ГОСТ	Комментарий	RO, м/мЗ	EF, т	EIy, м*м2	EIz, м*м2	GIk, м*м2	Y1, см	Y2, см	Z1, см	Z2, см	Ru_Y, см	Ru_Z, см	q, м/м	GFy, т	GFz, т
	1	1. Прямоугольная труба 60х3	ГОСТ 30245-2012		0.005	13885.066	7.375	7.375	4.556	1.771	1.771	1.771	1.771	0.000	0.000	0.005	2310.737	2310.746

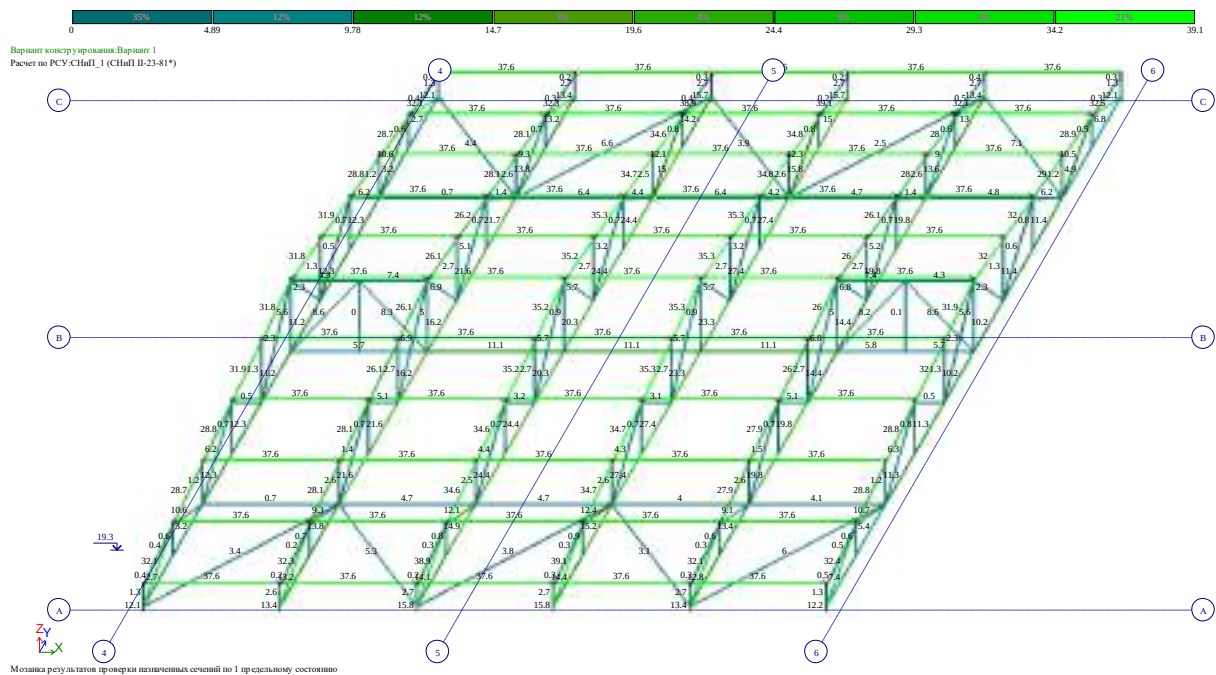


Рис. 6.2 Мозаика результатов проверки назначенных сечений по 1 предельному состоянию

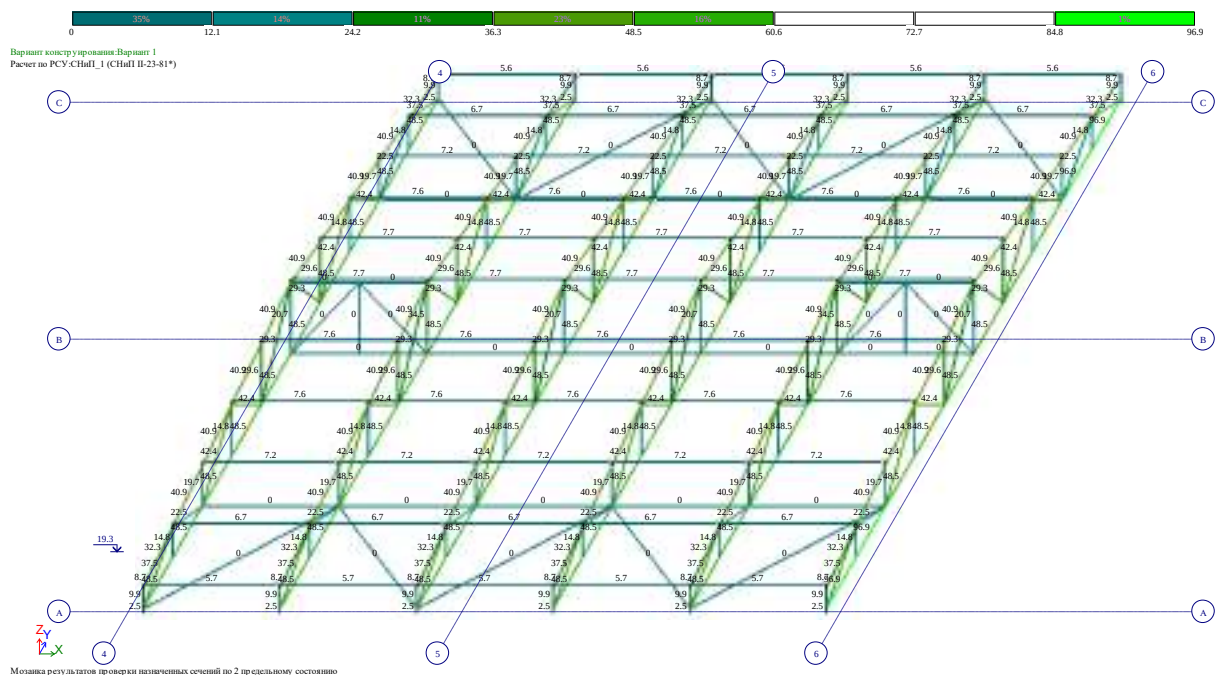


Рис. 6.3 Мозаика результатов проверки назначенных сечений по 2 предельному состоянию

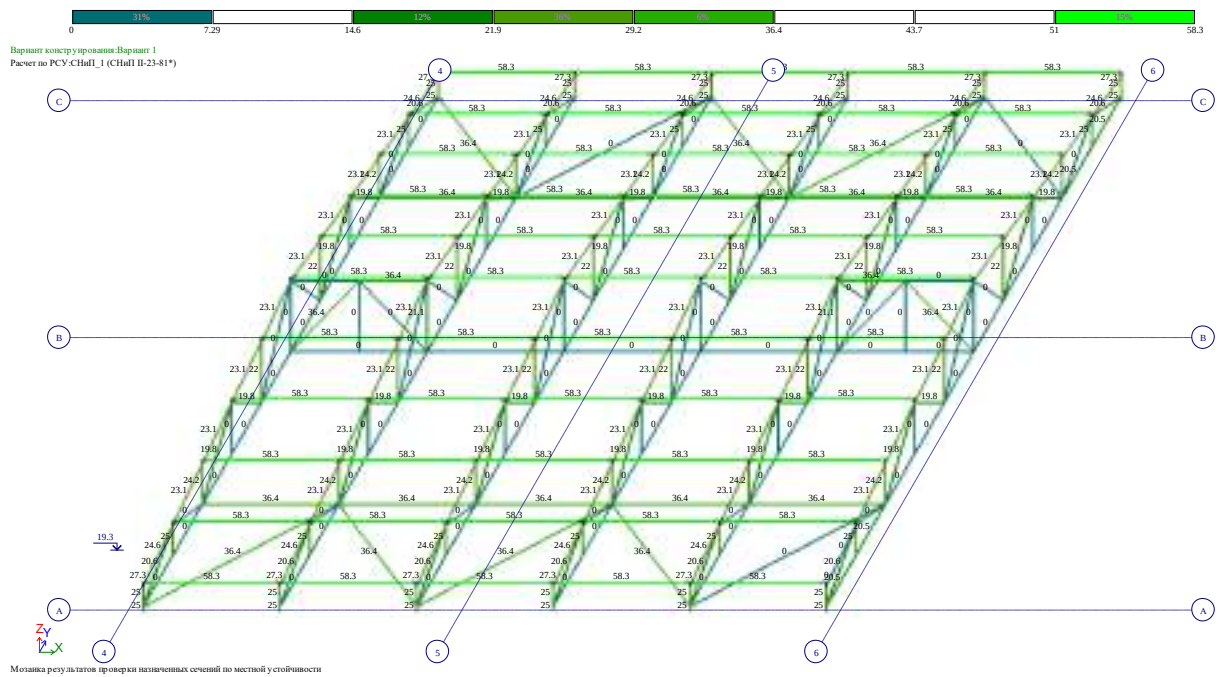


Рис. 6.4 Мозаика результатов проверки назначенных сечений по местной устойчивости