

**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 А)

Расчеты выполнил:

Мардонов Аббос

Ташкент 2026г.

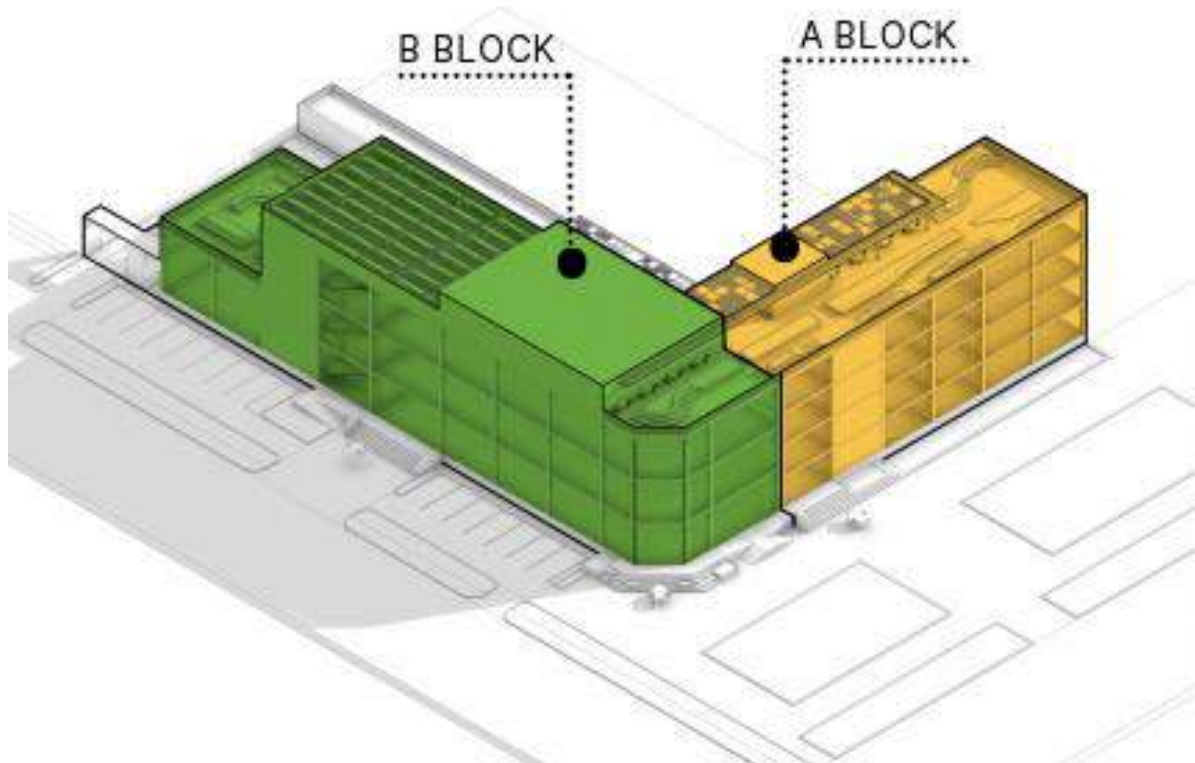
Содержание

Содержание	2
1 ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТНОЙ СХЕМЫ.....	3
Общие данные.....	3
1.1 Жесткости.....	6
2 РАСЧЕТНЫЕ НАГРУЗКИ И СОЧЕТАНИЯ.....	14
3 ПРОТОКОЛ РАСЧЕТА.....	21
4 РЕЗУЛЬТАТЫ ДИНАМИЧЕСКОГО РАСЧЕТА.....	30
4.1 Формы колебаний.....	34
Деформации и перемещения от статических нагрузок	37
5 АРМИРОВАНИЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ	38
Схема армирования элементов.....	39
5.1 Армирование элементов фундамента.....	45
5.2 Армирование колонн каркаса	48
5.3 Армирование ригелей.....	51
5.3.1 Армирование ригелей типового этажа.....	51
5.3.2 Армирование ригелей на отметке +16.00	52
5.4 Армирование плит перекрытия.....	54

1 ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТНОЙ СХЕМЫ

Общие данные

Настоящий расчет конструкций выполнен с применением автоматизированного программного комплекса «Ли́ра-Сап́р 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.*

ИЗРАБОТКА

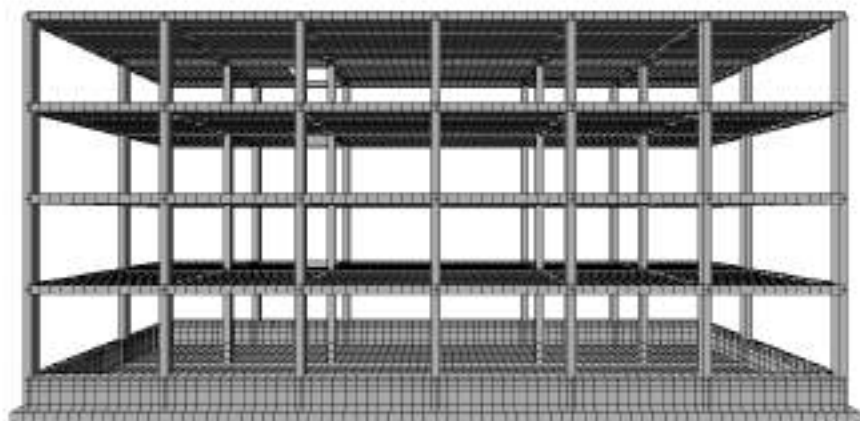


Рис. 1.1 Блок A2_3D

ИЗРАБОТКА

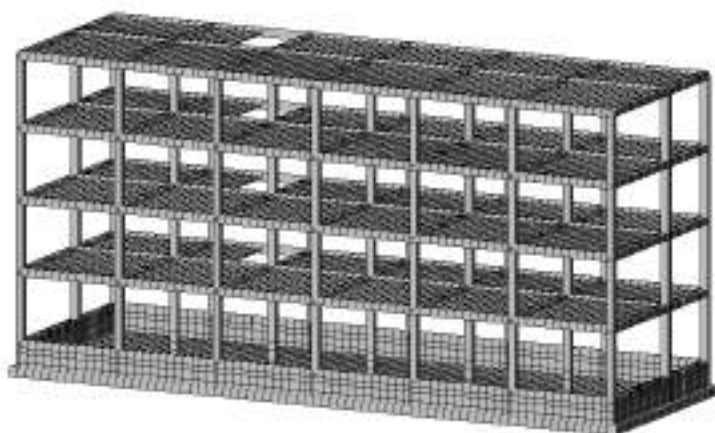


Рис. 1.2 Блок A2_3D(2)

ИВБ А2(3)

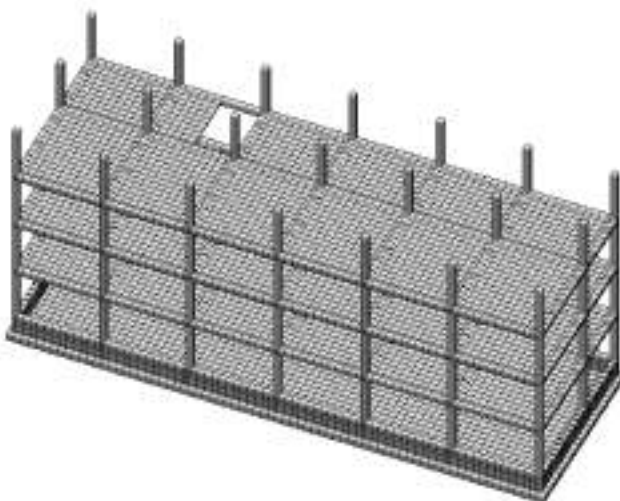


Рис. 1.3 Блок А2_3D(3)

ИВБ А2(4)

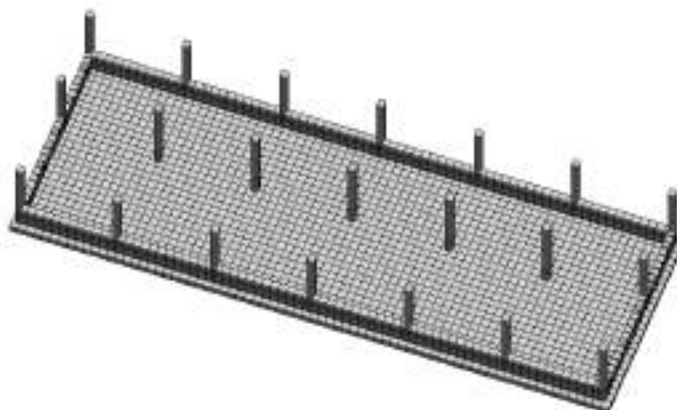


Рис. 1.4 Блок А2_3D(4)

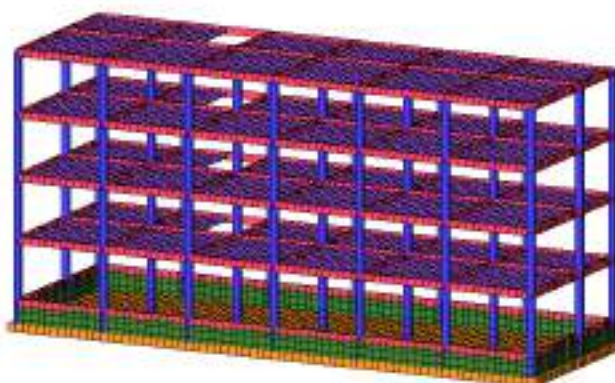


Рис. 1.5 Blok A2_3D(5)

1.1 Жесткости

Таблица 1.1 Жесткостные характеристики

Таблица 1.1 Жесткостные характеристики. Стержни

Цвет	Номер	Имя	Комментарий	E, т/м2	RO, т/м3	EF, т	Ely, т*м2	Elz, т*м2	Glx, т*м2	Y1, см	Y2, см	Z1, см	Z2, см	Ru_Y, см	Ru_Z, см	q, т/м	GFy, т	GFz, т
Blue	1	Брус 40X40	Column	300000.000	2.500	48000.000	6400.000	6400.000	4300.800	6.67	6.67	6.67	6.67	0.00	0.00	0.400	16000.000	16000.000
Red	2	Брус 40X40	Beam	300000.000	2.500	48000.000	6400.000	6400.000	4480.000	6.67	6.67	6.67	6.67	0.00	0.00	0.400	16666.672	16666.672

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
Orange	3	Пластина H50	Foundation slab	2750000.000	2.500	0.200	0.000	0.000	0.000	50
Green	4	Пластина H40	Foundation wall	2750000.000	2.500	0.200	0.000	0.000	0.000	40
Purple	5	Пластина H18	Slab	3000000.000	2.500	0.200	0.000	0.000	0.000	18

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. 1.2.2 а). 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: 4 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 400х400 мм 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 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 Direksiyasi" 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 markasi" nomenklatura to'liq yoki qisman nusxa ko'chirish,
ko'paytirish, tarqatish va boshqa shartlarga berilishini va
qonun hujjatlarida O'zbekiston Respublikasi qonunlariga muvofiq
juz'iyatlariga ta'kidlanib 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, макropopиpнocть, пpocадочные при допoлнительных нагрузках, от твёpдой до текучей консистенции.

Вскрытая мощность грунтов данного элемента составляет 9,5 м.

Грунты данного элемента пpocадочные при допoлнительных нагрузках.

Тип грунтовых условий по пpocадочности – **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 пpocадочность				
При P = 0,1 МПа	б/р			
0,2 МПа				
0,3 МПа				
Начальное пpocадочное давление	МПа			
Примечания: прочностные и пpocадочные 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 Cl^- и ионов SO_4^{2-} (в пересчете на ионы Cl^-) 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,

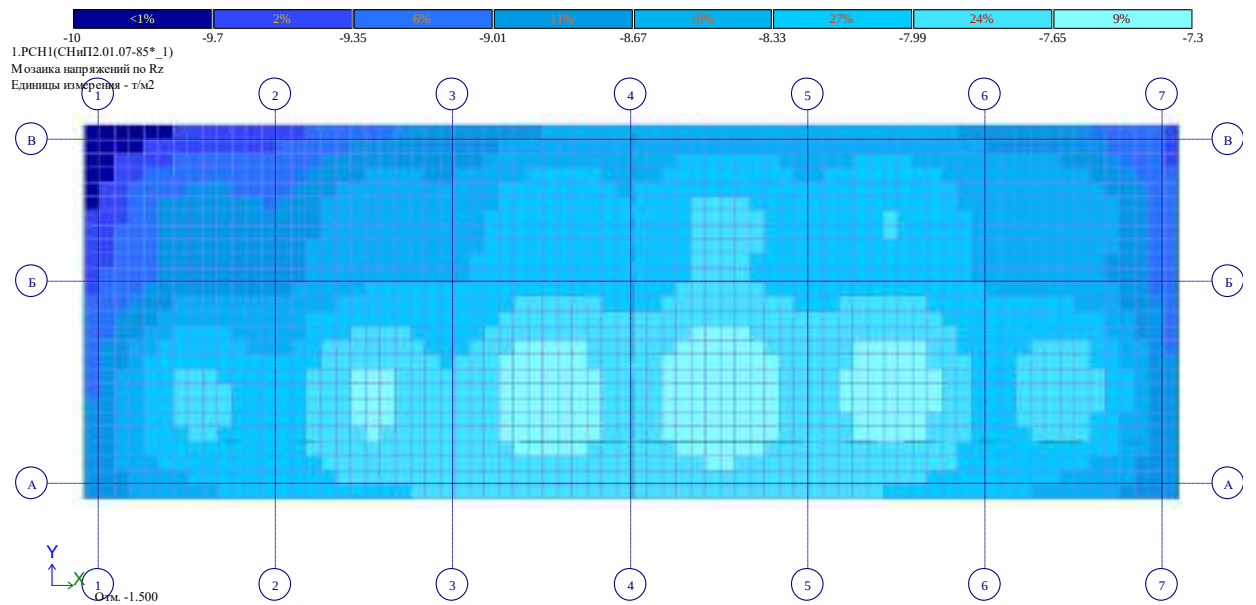


Рис. 2.1 Мозаика напряжений по Rz

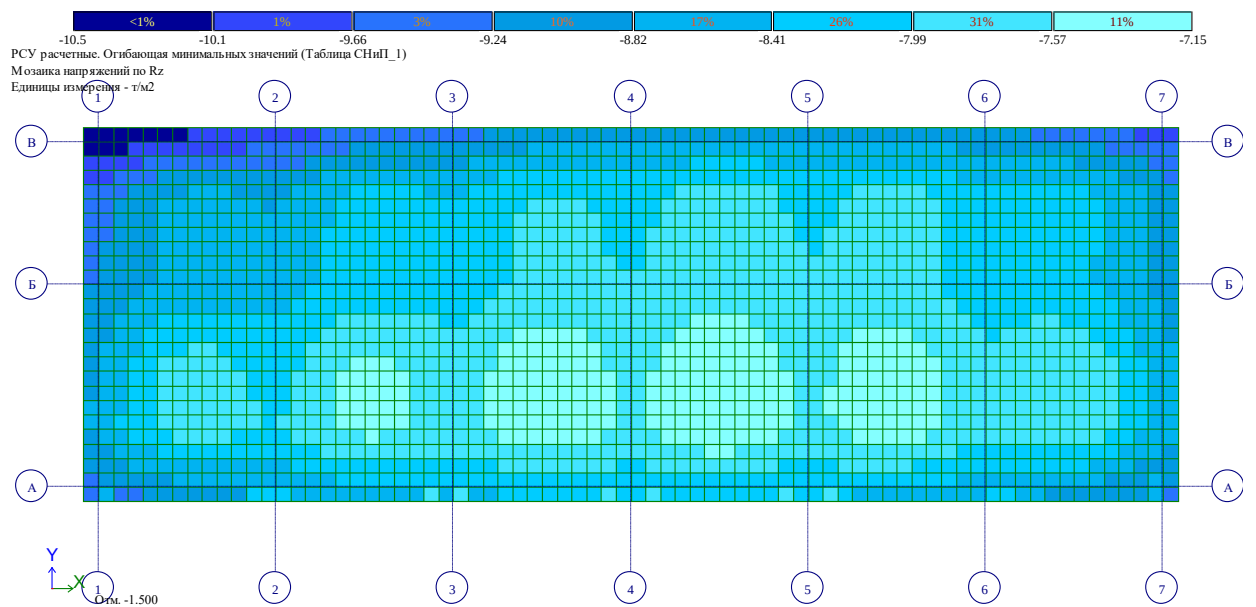


Рис. 2.2 Мозаика напряжений по Rz(2)

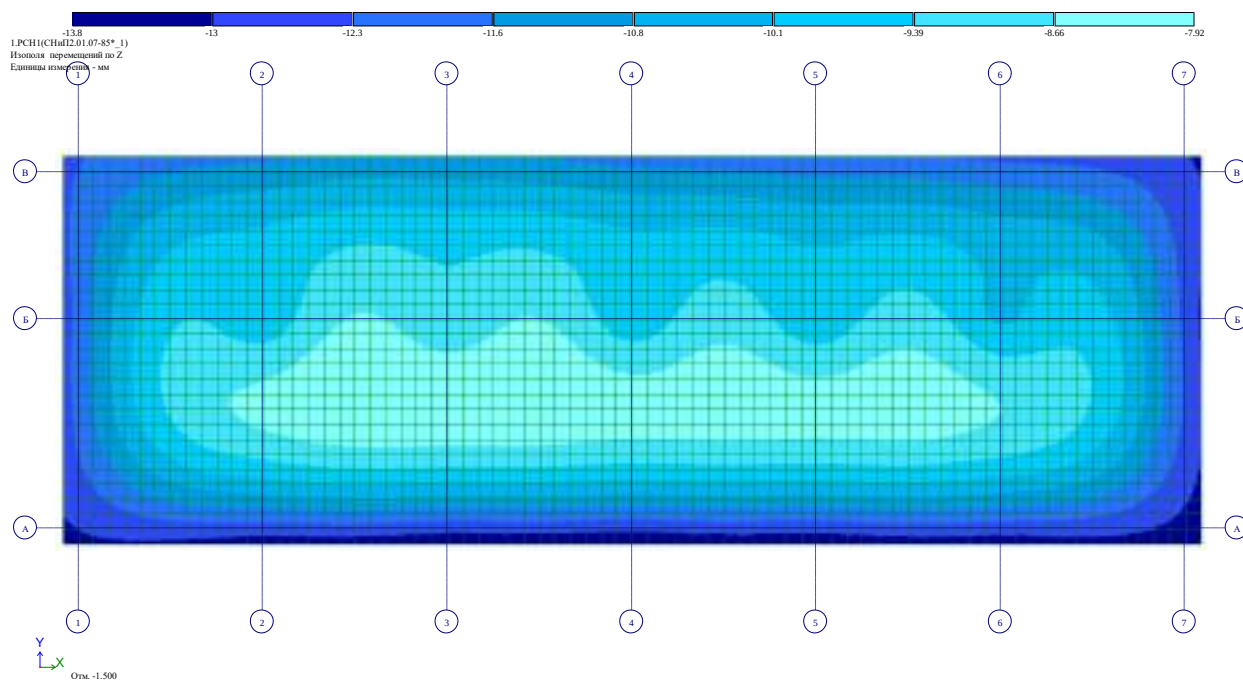


Рис. 2.3 Изополя перемещений по Z

$S=14 \leq Su=100$ 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: Назначить тип(ы)

[illegible]

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 $(4,0-0,5) \times 0,3 \times 0,8 \times 1,1 = 0,92$ 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 $3,5 \times 0,030 \times 1,1 = 0,105$ 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;**

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 $-0,200 \times 1,2 = 0,240$ т/м²;

 - в помещениях кровли $-0,070 \times 1,3 = 0,091$ т/м²;

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

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

Загружение 5. СЕЙСМИКА ПО X.

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.

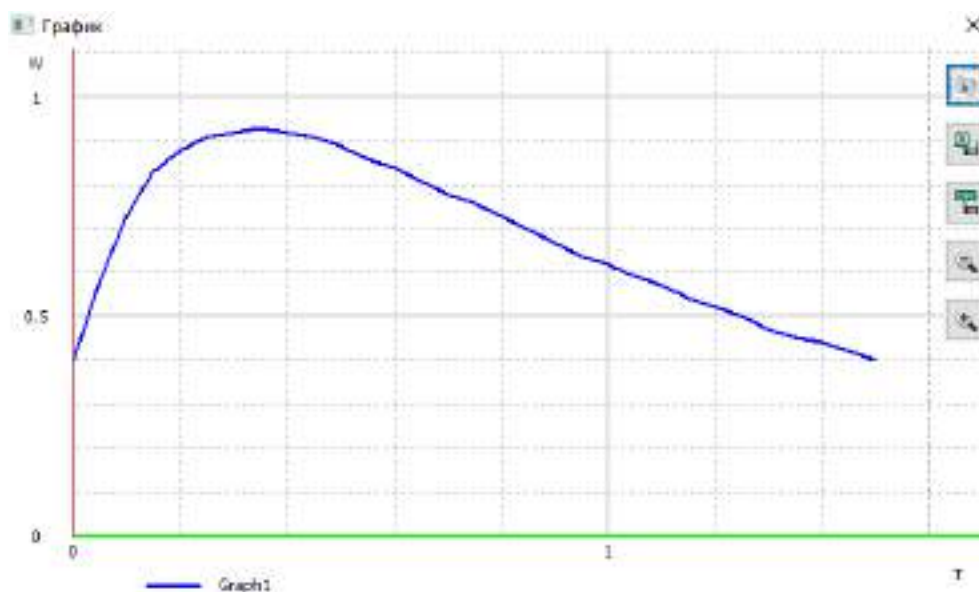
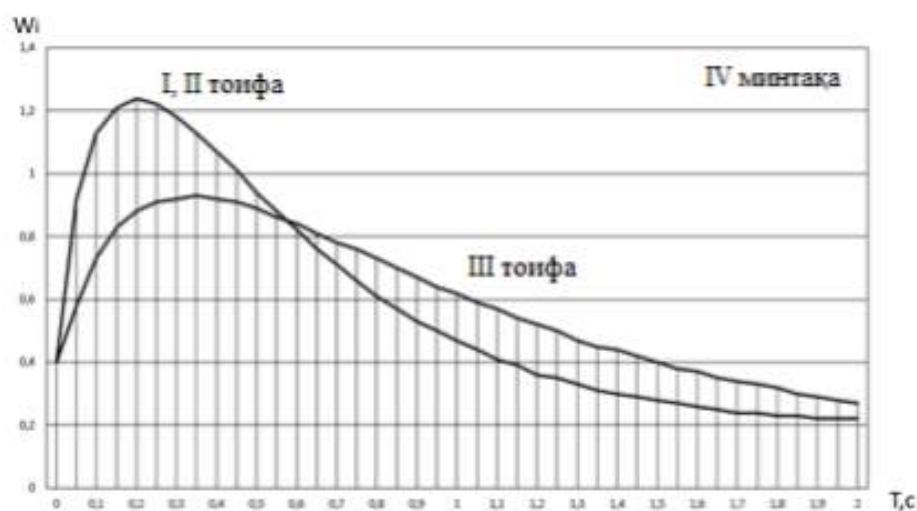
Данное загружение динамическое, учитывается как сейсмическая нагрузка по КМК 2.01.03-19 и является знакопеременным.

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;

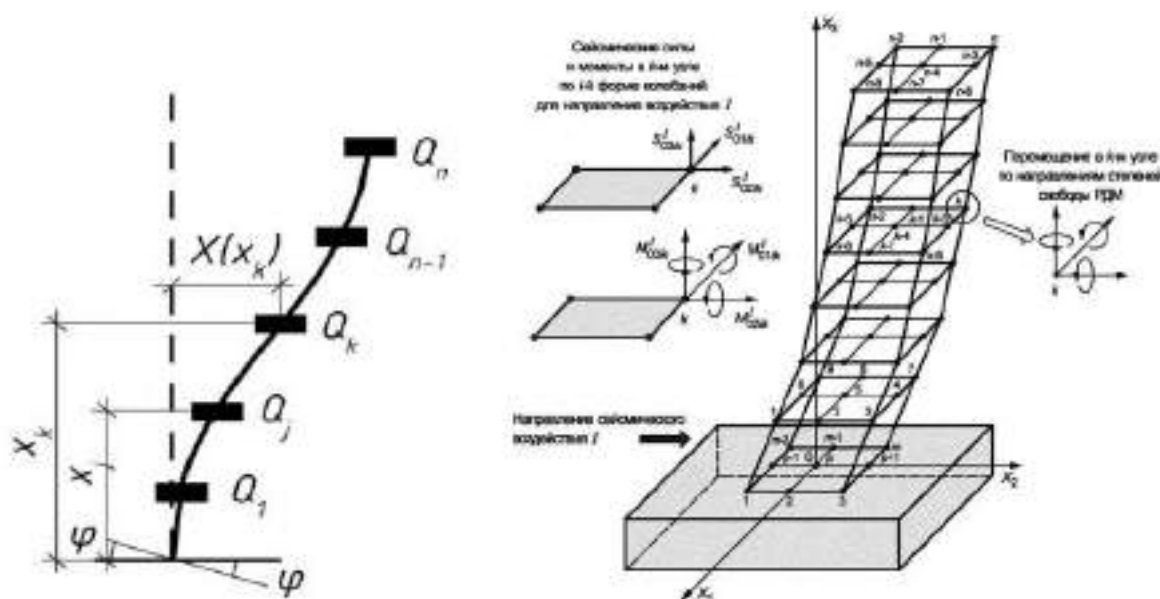
K_p – коэффициент регулярности, определяемый по п. 2.25;

K_0 – коэффициент ответственности, принимаемый по табл. 2.3;

$K_{\eta k}$ – 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: 27.02.2026

GenuineIntel Intel(R) Core(TM) i7-9700K CPU @ 3.60GHz 8 cores 8 threads 8(2097152) L2 cache
Microsoft Windows 10 Professional RUS 64-bit. Build 19045

Размер доступной физической памяти = 5851119104

11:29 Чтение исходных данных из файла C:\Users\Public\Documents\LIRA SAPR\LIRA SAPR 2022\Data\Blok A2.txt

11:29 Контроль исходных данных основной схемы

Количество узлов = 9968 (из них количество неудаленных = 9968)

Количество элементов = 11605 (из них количество неудаленных = 11605)

11:29 Разделение линейных загрузок на блоки

Линейные загрузки разделены на 1 блока

ОСНОВНАЯ СХЕМА

11:29 Оптимизация порядка неизвестных

РАСЧЕТ БЛОКА ЗАГРУЖЕНИЙ №№ 1-6

Количество неизвестных = 47753

РАСЧЕТ НА СТАТИЧЕСКИЕ ЗАГРУЖЕНИЯ

11:29 Формирование матрицы жесткости

11:29 Формирование векторов нагрузок

11:29 Разложение матрицы жесткости

11:29 Вычисление неизвестных

11:29 Контроль решения

РАСЧЕТ НА ДИНАМИЧЕСКИЕ ЗАГРУЖЕНИЯ

11:29 Формирование матрицы масс для динамического нагружения №5

11:29 Формирование матрицы масс для динамического нагружения №6

Вычисление собственных колебаний для динамических загрузок №№5 6

Суммарные массы: $mX=231.059$ $mY=231.31$ $mZ=420.984$ $mUX=3.55641$ $mUY=3.14332$ $mUZ=0.732593$ $mW=0$

11:29 Контроль пригодности схемы для вычисления собственных колебаний при таком приложении масс.

Контроль осуществляется путем приложения масс как статических нагрузок

11:29 Вычисление собственных колебаний

Необходимая для итераций часть матрицы поместилась в оперативную память

11:29 Итерация №1

11:29 Итерация №2

Найдено форм 0 (из них 0 в заданном диапазоне)

11:29 Итерация №3

Найдено форм 6 (из них 6 в заданном диапазоне)

11:29 Итерация №4

Найдено форм 18 (из них 18 в заданном диапазоне)

11:29 Итерация №5

Найдено форм 25 (из них 25 в заданном диапазоне)

11:29 Итерация №6

Найдено форм 42 (из них 42 в заданном диапазоне)

11:29 Итерация №7

Найдено форм 52 (из них 52 в заданном диапазоне)

11:29 Итерация №8

Найдено форм 60 (из них 60 в заданном диапазоне)

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

Форма 1: $\cos X=0.0085$ $\cos Y=1.0000$ $\cos Z=-0.0004$

Форма 2: $\cos X=0.9998$ $\cos Y=-0.0201$ $\cos Z=-0.0011$

Форма 3: $\cos X=-0.9856$ $\cos Y=-0.1693$ $\cos Z=-0.0005$

Форма 4: $\cos X=-0.0237$ $\cos Y=-0.9995$ $\cos Z=-0.0201$

Форма 5: $\cos X=0.9994$ $\cos Y=-0.0332$ $\cos Z=0.0056$

Форма 6: $\cos X=-0.9140$ $\cos Y=-0.4056$ $\cos Z=-0.0117$

Форма 7: $\cos X=-0.0055$ $\cos Y=-0.3124$ $\cos Z=-0.9499$

Форма 8: $\cos X = -0.3134$ $\cos Y = -0.0390$ $\cos Z = 0.9488$
 Форма 9: $\cos X = -0.0277$ $\cos Y = 0.0462$ $\cos Z = -0.9986$
 Форма 10: $\cos X = 0.7911$ $\cos Y = -0.0005$ $\cos Z = -0.6117$
 Форма 11: $\cos X = -0.7872$ $\cos Y = -0.2860$ $\cos Z = 0.5463$
 Форма 12: $\cos X = -0.0500$ $\cos Y = 0.4712$ $\cos Z = 0.8806$
 Форма 13: $\cos X = 0.0122$ $\cos Y = -0.1174$ $\cos Z = -0.9930$
 Форма 14: $\cos X = -0.0214$ $\cos Y = -0.1506$ $\cos Z = -0.9884$
 Форма 15: $\cos X = -0.0392$ $\cos Y = -0.0496$ $\cos Z = 0.9980$
 Форма 16: $\cos X = -0.1154$ $\cos Y = -0.0658$ $\cos Z = -0.9911$
 Форма 17: $\cos X = 0.1346$ $\cos Y = 0.9547$ $\cos Z = -0.2653$
 Форма 18: $\cos X = 0.9881$ $\cos Y = -0.1484$ $\cos Z = 0.0413$
 Форма 19: $\cos X = -0.7949$ $\cos Y = -0.5998$ $\cos Z = 0.0914$
 Форма 20: $\cos X = 0.0501$ $\cos Y = 0.0444$ $\cos Z = 0.9978$
 Форма 21: $\cos X = -0.0005$ $\cos Y = 0.2511$ $\cos Z = 0.9680$
 Форма 22: $\cos X = 0.0243$ $\cos Y = -0.8564$ $\cos Z = 0.5157$
 Форма 23: $\cos X = -0.7254$ $\cos Y = -0.1945$ $\cos Z = 0.6603$
 Форма 24: $\cos X = -0.0887$ $\cos Y = -0.0322$ $\cos Z = -0.9955$
 Форма 25: $\cos X = 0.0125$ $\cos Y = -0.4617$ $\cos Z = -0.8870$
 Форма 26: $\cos X = 0.0448$ $\cos Y = 0.0708$ $\cos Z = 0.9965$
 Форма 27: $\cos X = 0.3779$ $\cos Y = 0.0209$ $\cos Z = 0.9256$
 Форма 28: $\cos X = -0.0525$ $\cos Y = -0.0183$ $\cos Z = -0.9985$
 Форма 29: $\cos X = -0.0209$ $\cos Y = -0.1576$ $\cos Z = -0.9873$
 Форма 30: $\cos X = 0.0047$ $\cos Y = -0.0693$ $\cos Z = -0.9976$
 Форма 31: $\cos X = 0.6839$ $\cos Y = 0.1011$ $\cos Z = -0.7226$
 Форма 32: $\cos X = -0.0238$ $\cos Y = 0.0818$ $\cos Z = 0.9964$
 Форма 33: $\cos X = -0.8466$ $\cos Y = -0.2545$ $\cos Z = -0.4675$
 Форма 34: $\cos X = 0.4060$ $\cos Y = 0.9078$ $\cos Z = -0.1056$
 Форма 35: $\cos X = -0.2893$ $\cos Y = -0.3587$ $\cos Z = -0.8875$
 Форма 36: $\cos X = -0.9602$ $\cos Y = 0.1731$ $\cos Z = -0.2191$
 Форма 37: $\cos X = -0.9786$ $\cos Y = -0.2016$ $\cos Z = 0.0420$
 Форма 38: $\cos X = 0.0143$ $\cos Y = 0.3620$ $\cos Z = 0.9321$
 Форма 39: $\cos X = -0.2513$ $\cos Y = 0.1200$ $\cos Z = 0.9604$
 Форма 40: $\cos X = 0.4510$ $\cos Y = -0.0289$ $\cos Z = 0.8920$
 Форма 41: $\cos X = 0.0011$ $\cos Y = -0.0061$ $\cos Z = -1.0000$
 Форма 42: $\cos X = 0.0081$ $\cos Y = 0.0123$ $\cos Z = -0.9999$
 Форма 43: $\cos X = 0.0783$ $\cos Y = -0.0268$ $\cos Z = 0.9966$
 Форма 44: $\cos X = -0.0049$ $\cos Y = 0.0113$ $\cos Z = 0.9999$
 Форма 45: $\cos X = 0.0000$ $\cos Y = 0.0304$ $\cos Z = -0.9995$
 Форма 46: $\cos X = -0.1253$ $\cos Y = 0.0055$ $\cos Z = -0.9921$
 Форма 47: $\cos X = -0.9677$ $\cos Y = -0.0288$ $\cos Z = -0.2503$
 Форма 48: $\cos X = -0.2180$ $\cos Y = 0.0082$ $\cos Z = -0.9759$
 Форма 49: $\cos X = -0.3962$ $\cos Y = -0.8685$ $\cos Z = -0.2980$
 Форма 50: $\cos X = -0.3145$ $\cos Y = 0.9297$ $\cos Z = -0.1917$
 Форма 51: $\cos X = 0.3440$ $\cos Y = 0.2819$ $\cos Z = -0.8956$
 Форма 52: $\cos X = -0.0739$ $\cos Y = 0.1207$ $\cos Z = -0.9899$
 Форма 53: $\cos X = 0.7925$ $\cos Y = 0.0639$ $\cos Z = 0.6066$
 Форма 54: $\cos X = -0.2259$ $\cos Y = 0.2220$ $\cos Z = -0.9485$
 Форма 55: $\cos X = -0.0049$ $\cos Y = -0.0235$ $\cos Z = -0.9997$
 Форма 56: $\cos X = -0.5865$ $\cos Y = -0.0176$ $\cos Z = 0.8098$
 Форма 57: $\cos X = -0.2691$ $\cos Y = -0.2106$ $\cos Z = 0.9398$
 Форма 58: $\cos X = -0.0275$ $\cos Y = 0.1231$ $\cos Z = -0.9920$
 Форма 59: $\cos X = 0.3760$ $\cos Y = 0.2837$ $\cos Z = 0.8821$
 Форма 60: $\cos X = -0.0316$ $\cos Y = 0.2780$ $\cos Z = -0.9600$

11:29 Формирование векторов динамических нагрузок

11:29 Вычисление неизвестных

Формирование результатов

11:29 Формирование топологии

11:29 Формирование перемещений

11:29 Вычисление и формирование усилий в элементах

11:29 Вычисление и формирование реакций в элементах
11:29 Вычисление и формирование эпюр усилий в стержнях
11:29 Вычисление и формирование эпюр прогибов в стержнях
11:29 Формирование форм колебаний

Суммарные узловые нагрузки на основную схему:

Загружение 1 $PX=0$ $PY=0$ $PZ=2131.28$ $PUX=0.00409541$ $PUY=-0.00286205$ $PUZ=0$ $PW=0$
Загружение 2 $PX=0$ $PY=0$ $PZ=1668.97$ $PUX=0.0014659$ $PUY=-0.000925107$ $PUZ=0$ $PW=0$
Загружение 3 $PX=0$ $PY=0$ $PZ=591.384$ $PUX=0.000944044$ $PUY=-0.00115638$ $PUZ=0$ $PW=0$
Загружение 4 $PX=0$ $PY=0$ $PZ=355.219$ $PUX=0.00170494$ $PUY=-0.00138766$ $PUZ=0$ $PW=0$
Загружение 5 - 2 $PX=-533.656$ $PY=10.7217$ $PZ=0.600628$ $PUX=0.0212891$ $PUY=0.900604$ $PUZ=0.00480655$ $PW=0$

Загружение 5 - 3 $PX=-36.6464$ $PY=-6.29546$ $PZ=-0.0185335$ $PUX=-0.0146166$ $PUY=0.0680666$ $PUZ=-0.00532006$ $PW=0$

Загружение 5 - 5 $PX=-101.638$ $PY=3.37219$ $PZ=-0.570809$ $PUX=-0.0173859$ $PUY=-0.513916$ $PUZ=-0.000427692$ $PW=0$

Загружение 5 - 10 $PX=-12.8781$ $PY=0.00768257$ $PZ=9.95701$ $PUX=0.00181304$ $PUY=0.0860724$ $PUZ=0.00043671$ $PW=0$

Загружение 6 - 1 $PX=-4.2396$ $PY=-500.82$ $PZ=0.212423$ $PUX=-0.784244$ $PUY=0.00546097$ $PUZ=0.000868548$ $PW=0$

Загружение 6 - 4 $PX=-2.46661$ $PY=-104.189$ $PZ=-2.09445$ $PUX=0.50319$ $PUY=-0.0110906$ $PUZ=-0.000154797$ $PW=0$

Загружение 6 - 7 $PX=-0.261847$ $PY=-14.8248$ $PZ=-45.0794$ $PUX=-0.119575$ $PUY=-0.000291146$ $PUZ=0.000147686$ $PW=0$

Расчет успешно завершен

Затраченное время = 0 мин

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

Имя задачи:

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 соответствующему 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.

загружение 5 – динамическое (Сейсмическое (КМК 2.01.03–2019) – (33))

Данное загружение учитывается как сейсмическая нагрузка.

Данное загружение является знакопеременным.

загружение 6 – динамическое (Сейсмическое (КМК 2.01.03–2019) – (33))

Данное загружение учитывается как сейсмическая нагрузка.

Данное загружение 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 загружения 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 загружения 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 загрузку.

Группа D1 – включает группу В1 плюс особое (не сейсмическое) загрузку.

Группа А2 – включает только постоянные и длительные загрузки; виды загрузок – 0, 1.

Группа В2 – включает постоянные, длительные и кратковременные загрузки (кроме мгновенного); виды загрузок – 0, 1, 2.

Группа С2 – включает все заданные загрузки независимо от длительности действия кроме сейсмического и прочих особых.

Группа D2 – включает группу С2 плюс сейсмическое загрузку.

Вычисленные сочетания образуют 4 таблицы результатов:

Таблица 1 – РСЧ расчетные, вычисленные по расчетным значениям усилий.

Таблица 2 – РСЧ расчетные длительные, полученные при помощи умножения расчетных усилий на соответствующие коэффициенты длительности.

Таблица 3 – РСЧ нормативные, полученные при помощи деления расчетных усилий на соответствующие коэффициенты надежности по нагрузке.

Таблица 4 – РСЧ нормативные длительные, полученные при помощи умножения нормативных усилий на соответствующие коэффициенты длительности.

Заголовки таблиц РСЧ 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 РСЧ;

КС – признак наличия в сочетаниях кранового (К) и/или сейсмического (С) загрузку;

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 загрузок, которые составили текущее сочетание.

Знакопеременное загрузку, вошедшее в РСЧ с противоположным знаком помечается знаком ‘-’.

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

Заголовки таблиц унифицированных РСЧ 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 РСЧ;

КС – признак наличия в сочетаниях кранового (К) и/или сейсмического (С) загрузку;

Г – индекс внутренней группы – А1, В1, С1, D1, А2, В2, С2, D2.

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

В разделе 10 для каждого динамического (или модального) загрузку 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 значения масс, собранных в узлы. Размерность масс указана в шапке таблицы.

В первой графе находится номер нагружения 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.

TXU сдвигающее напряжение, параллельное оси *X1* и лежащее в плоскости, параллельной *X10Z1*; за положительное принято направление, совпадающее с направлением оси *X1*, если *YU* 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 *X10Z1*; за положительное принято направление, совпадающее с направлением оси *X1*, если *YU* 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.

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	22.916438	4.787112	0.762279	1.311856	0.011603	0.005674	0.005674
5	2	28.653048	5.352854	0.852365	1.173206	1.348840	73.950215	73.955889
5	3	32.476272	5.698796	0.907452	1.101987	-0.495596	4.738797	78.694686
5	4	260.082051	16.127060	2.568003	0.389408	-0.010226	0.004655	78.699341
5	5	284.154950	16.856896	2.684219	0.372548	0.411775	8.073227	86.772568
5	6	339.780668	18.433140	2.935213	0.340691	-0.090126	0.163504	86.936073
5	7	730.200855	27.022229	4.302903	0.232401	-0.002423	0.000378	86.936451
5	8	783.170608	27.985186	4.456240	0.224404	-0.149792	0.785633	87.722084
5	9	811.770869	28.491593	4.536878	0.220416	-0.048558	0.098397	87.820481
5	10	839.378271	28.972026	4.613380	0.216761	0.159278	1.063528	88.884010
5	11	925.713323	30.425537	4.844831	0.206406	-0.080485	0.226082	89.110091
5	12	944.534612	30.733282	4.893835	0.204339	-0.005951	0.001120	89.111211
5	13	1001.802865	31.651270	5.040011	0.198412	0.008803	0.003153	89.114364
5	14	1089.202827	33.003073	5.255266	0.190285	-0.003295	0.000385	89.114749
5	15	1350.130004	36.744115	5.850974	0.170912	-0.003535	0.000295	89.115044
5	16	1414.558459	37.610616	5.988952	0.166974	-0.010387	0.002357	89.117401
5	17	1484.308284	38.526722	6.134828	0.163004	0.014390	0.009428	89.126829
5	18	1520.750326	38.996799	6.209681	0.161039	0.097230	0.486677	89.613507
5	19	1868.118628	43.221738	6.882442	0.145297	-0.019077	0.007869	89.621375
5	20	1968.228332	44.364719	7.064446	0.141554	0.001648	0.000039	89.621415
5	21	2260.087995	47.540383	7.570125	0.132098	-0.000026	0.000000	89.621415
5	22	2389.235231	48.879804	7.783408	0.128478	0.001401	0.000016	89.621430
5	23	2435.926286	49.355104	7.859093	0.127241	-0.016055	0.001015	89.622446
5	24	2451.506094	49.512686	7.884186	0.126836	-0.003472	0.000209	89.622655
5	25	2575.060535	50.745054	8.080423	0.123756	0.001239	0.000010	89.622665
5	26	2595.489689	50.945949	8.112412	0.123268	0.001469	0.000010	89.622675
5	27	2617.733317	51.163789	8.147100	0.122743	0.011264	0.000506	89.623181
5	28	2666.559794	51.638743	8.222730	0.121614	-0.001450	0.000016	89.623197
5	29	2769.100891	52.622247	8.379339	0.119341	-0.001882	0.000019	89.623216
5	30	2776.677235	52.694186	8.390794	0.119178	0.000494	0.000001	89.623217
5	31	2784.445463	52.767845	8.402523	0.119012	0.012754	0.000972	89.624189
5	32	2849.484049	53.380559	8.500089	0.117646	-0.000750	0.000001	89.624190
5	33	2964.324422	54.445610	8.669683	0.115344	-0.009899	0.000549	89.624740
5	34	2985.080255	54.635888	8.699982	0.114943	0.001996	0.000016	89.624756
5	35	2997.616214	54.750491	8.718231	0.114702	-0.002122	0.000015	89.624771
5	36	3013.812300	54.898199	8.741752	0.114394	-0.008563	0.000227	89.624998
5	37	3137.923174	56.017169	8.919931	0.112108	-0.004087	0.000231	89.625229
5	38	3170.824914	56.310078	8.966573	0.111525	0.000178	0.000000	89.625230
5	39	3202.461100	56.590292	9.011193	0.110973	-0.001726	0.000013	89.625243
5	40	3266.206129	57.150732	9.100435	0.109885	0.005140	0.000139	89.625382
5	41	3446.477283	58.706706	9.348202	0.106972	0.000092	0.000000	89.625382
5	42	3487.195236	59.052479	9.403261	0.106346	0.001539	0.000013	89.625395
5	43	3561.712531	59.680085	9.503198	0.105228	0.001641	0.000008	89.625404
5	44	3850.046418	62.048742	9.880373	0.101211	-0.001420	0.000021	89.625425
5	45	4105.118993	64.071203	10.202421	0.098016	0.000007	0.000000	89.625425
5	46	4238.622326	65.104703	10.366991	0.096460	-0.007900	0.000629	89.626054
5	47	4309.679986	65.648153	10.453528	0.095661	-0.011399	0.000676	89.626731

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	48	4430.886322	66.564903	10.599507	0.094344	-0.015468	0.002051	89.628782
5	49	4483.452902	66.958591	10.662196	0.093789	-0.003114	0.000032	89.628814
5	50	4719.294551	68.697122	10.939032	0.091416	-0.002338	0.000071	89.628885
5	51	4740.424120	68.850738	10.963493	0.091212	0.008628	0.000387	89.629272
5	52	4828.745722	69.489177	11.065156	0.090374	-0.002689	0.000060	89.629331
5	53	4864.826287	69.748307	11.106418	0.090038	0.012112	0.000721	89.630053
5	54	4933.413624	70.238263	11.184437	0.089410	-0.008469	0.000188	89.630241
5	55	514.1532728	71.704482	11.417911	0.087582	-0.000592	0.000004	89.630245
5	56	5234.731363	72.351443	11.520930	0.086799	-0.013349	0.000685	89.630930
5	57	5291.882358	72.745325	11.583651	0.086329	-0.002789	0.000017	89.630947
5	58	5410.541870	73.556386	11.712800	0.085377	-0.002634	0.000010	89.630957
5	59	5697.182813	75.479685	12.019058	0.083201	0.010988	0.000417	89.631374
5	60	5865.401659	76.585910	12.195209	0.081999	-0.001666	0.000012	89.631385
6	1	22.916438	4.787112	0.762279	1.311856	1.370634	79.088309	79.088309
6	2	28.653048	5.352854	0.852365	1.173206	-0.027100	0.029818	79.118126
6	3	32.476272	5.698796	0.907452	1.101987	-0.085138	0.139698	79.257824
6	4	260.082051	16.127060	2.568003	0.389408	-0.431941	8.297122	87.554946
6	5	284.154950	16.856896	2.684219	0.372548	-0.013662	0.008878	87.563824
6	6	339.780668	18.433140	2.935213	0.340691	-0.040000	0.032172	87.595995
6	7	730.200855	27.022229	4.302903	0.232401	-0.137164	1.210204	88.806199
6	8	783.170608	27.985186	4.456240	0.224404	-0.018637	0.012149	88.818348
6	9	811.770869	28.491593	4.536878	0.220416	0.080991	0.273444	89.091792
6	10	839.378271	28.972026	4.613380	0.216761	-0.000095	0.000000	89.091792
6	11	925.713323	30.425537	4.844831	0.206406	-0.029241	0.029809	89.121601
6	12	944.534612	30.733282	4.893835	0.204339	0.056057	0.099249	89.220850
6	13	1001.802865	31.651270	5.040011	0.198412	-0.084440	0.289782	89.510632
6	14	1089.202827	33.003073	5.255266	0.190285	-0.023230	0.019103	89.529735
6	15	1350.130004	36.744115	5.850974	0.170912	-0.004472	0.000472	89.530207
6	16	1414.558459	37.610616	5.988952	0.166974	-0.005918	0.000764	89.530972
6	17	1484.308284	38.526722	6.134828	0.163004	0.102059	0.473780	90.004752
6	18	1520.750326	38.996799	6.209681	0.161039	-0.014600	0.010962	90.015714
6	19	1868.118628	43.221738	6.882442	0.145297	-0.014394	0.004475	90.020189
6	20	1968.228332	44.364719	7.064446	0.141554	0.001463	0.000031	90.020220
6	21	2260.087995	47.540383	7.570125	0.132098	0.013499	0.003040	90.023260
6	22	2389.235231	48.879804	7.783408	0.128478	-0.049335	0.019230	90.042490
6	23	2435.926286	49.355104	7.859093	0.127241	-0.004305	0.000073	90.042563
6	24	2451.506094	49.512686	7.884186	0.126836	-0.001260	0.000028	90.042591
6	25	2575.060535	50.745054	8.080423	0.123756	-0.045859	0.013968	90.056559
6	26	2595.489689	50.945949	8.112412	0.123268	0.002318	0.000024	90.056582
6	27	2617.733317	51.163789	8.147100	0.122743	0.000624	0.000002	90.056584

Максимальное перемещение здания составляет 164 мм в направлении оси Y. Высота здания от верха фундамента до покрытия составляет 17.5 м. Тогда перемещение здания: $0,164/17.5=0,00937$, 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

4.1 Формы колебаний

5.EX [1. Основная задача; C1. Основная задача; D1. Основная задача]
 Формы колебаний в л. с. 2
 Массы собраны из нагрузок: 1,2,3,4

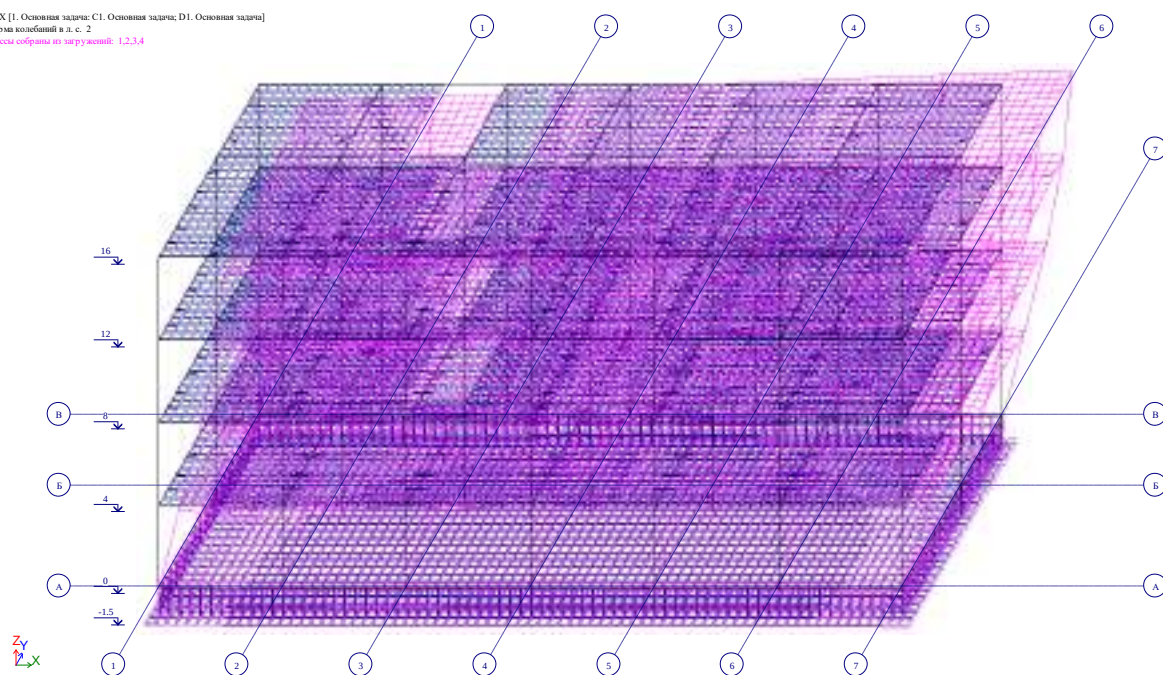


Рис. 4.4 5.EX [1. Основная задача; C1. Основная задача]

5.EX [1. Основная задача; C1. Основная задача; D1. Основная задача]
 Формы колебаний в л. с. 2
 Массы собраны из нагрузок: 1,2,3,4

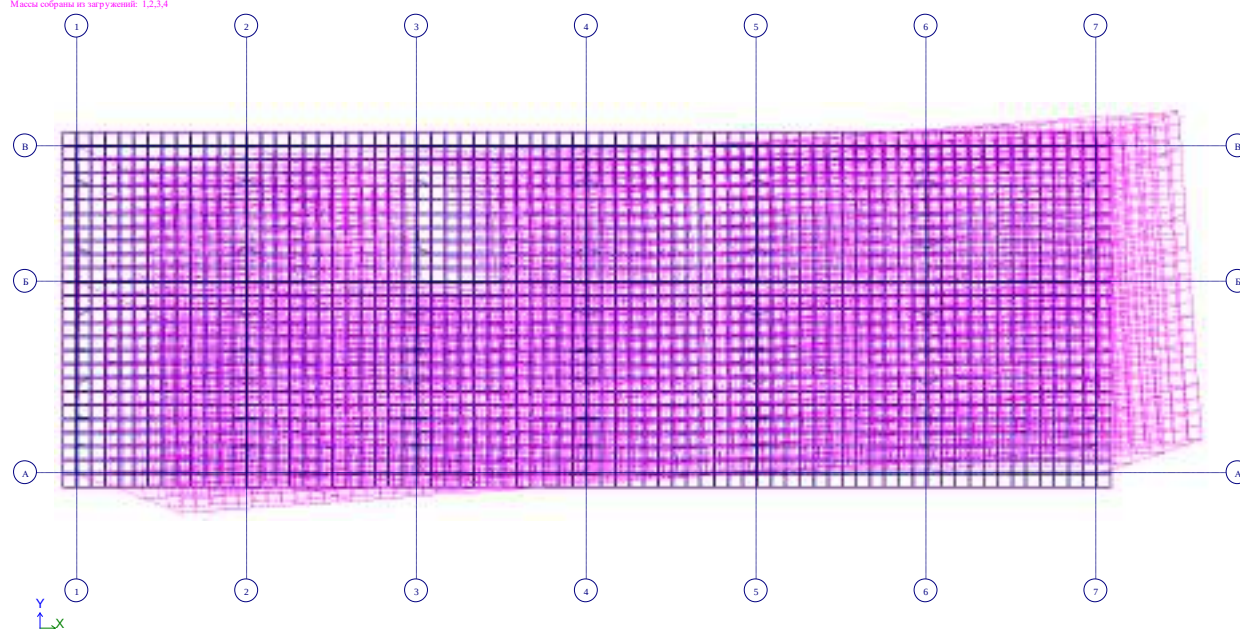


Рис. 4.5 5.EX [1. Основная задача; C1. Основная задача(2)]

5.EX [1. Основная задача; C1. Основная задача; D1. Основная задача]
 Формы колебаний в л. с. 2
 Массы собраны из нагрузок: 1,2,3,4

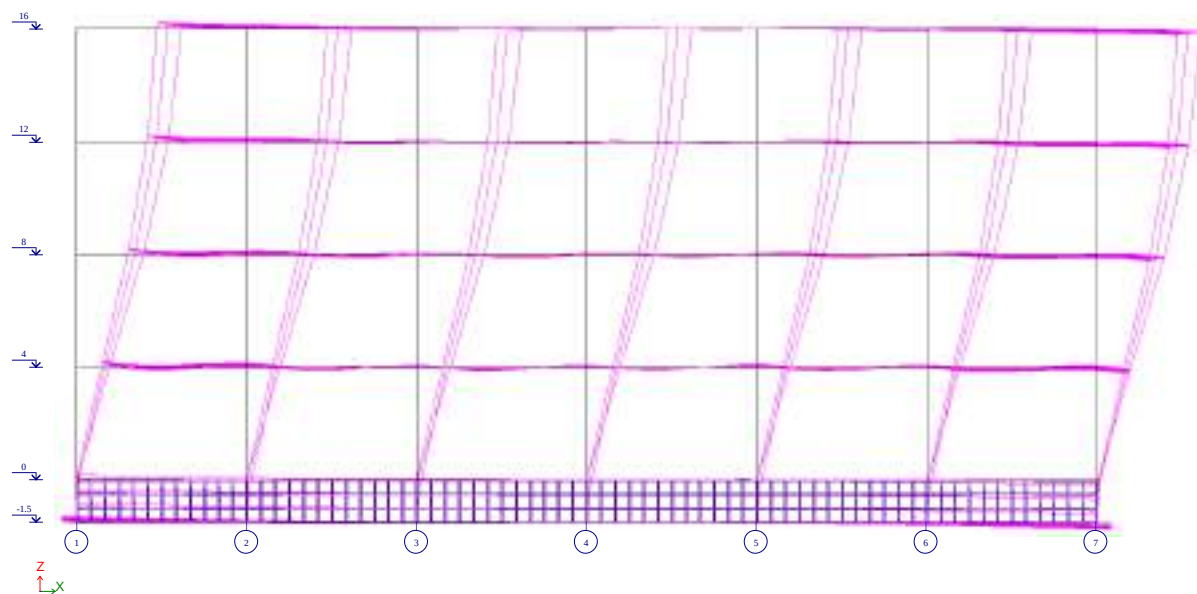


Рис. 4.6 5.EX [1. Основная задача; C1. Основная задача(3)]

6.EY [1. Основная задача; C1. Основная задача; D1. Основная задача]
 Формы колебаний в л. с. 1
 Массы собраны из нагрузок: 1,2,3,4

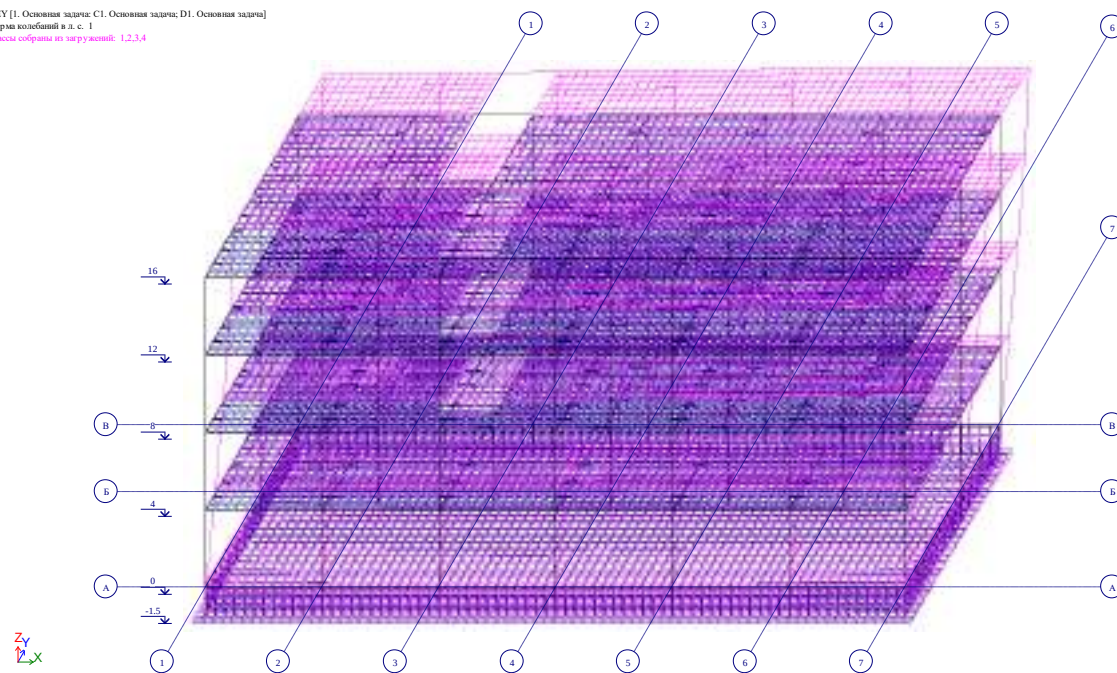


Рис. 4.7 6.EY [1. Основная задача; C1. Основная задача]

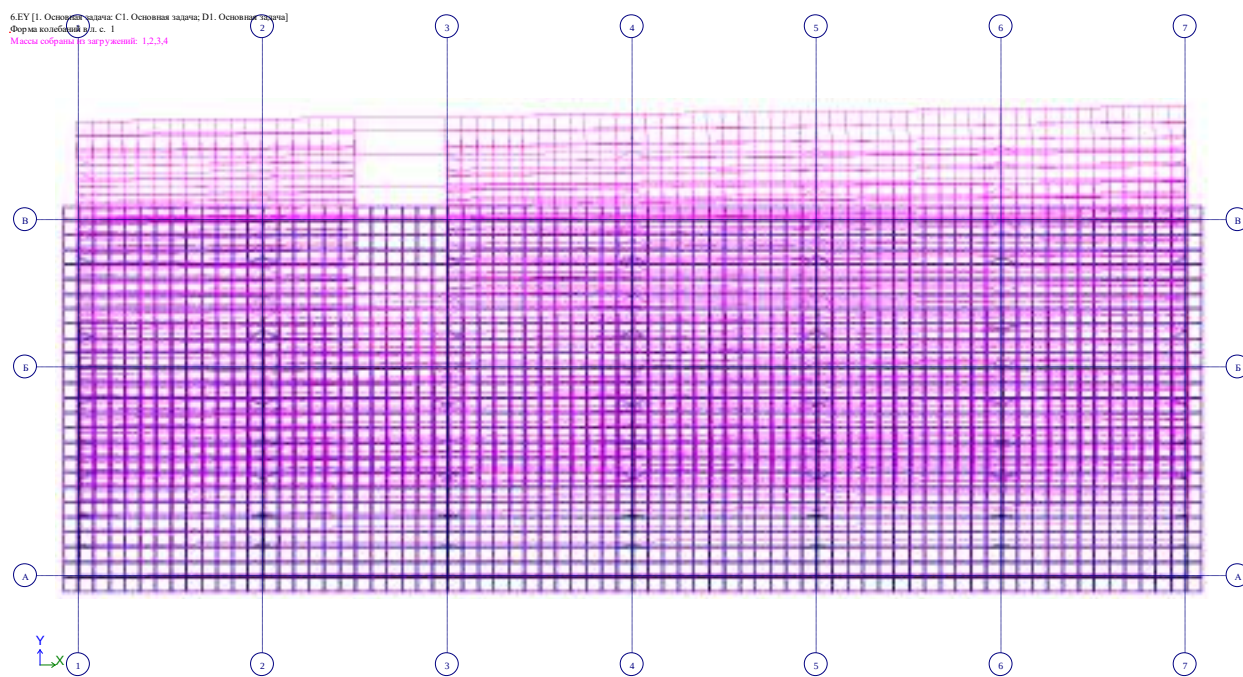


Рис. 4.8 6.EY [1. Основная задача; C1. Основная задача(2)

6.EY [1. Основная задача; C1. Основная задача; D1. Основная задача]
 Форма колебаний в л. с. 1
 Массы собраны из нагрузок: 1,2,3,4

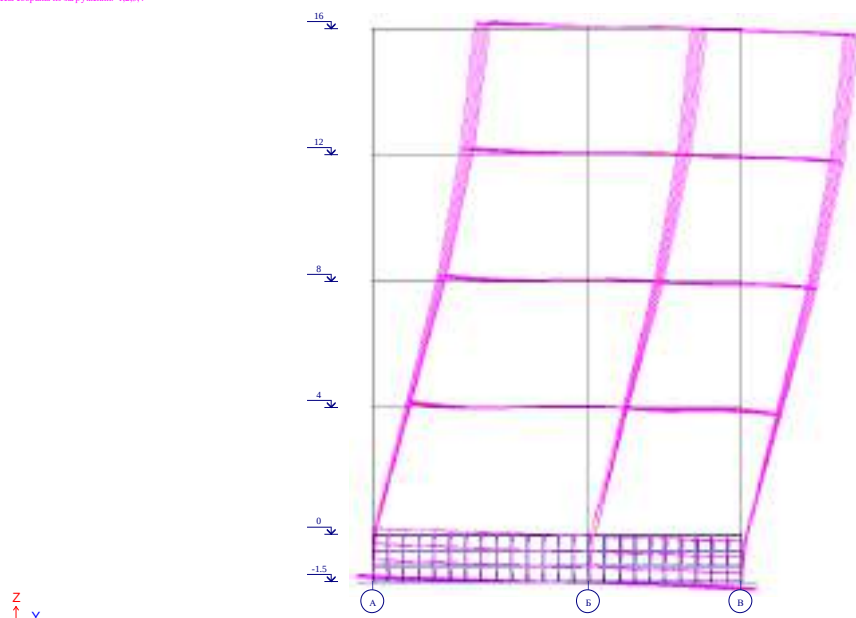


Рис. 4.9 6.EY [1. Основная задача; C1. Основная задача(3)

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.

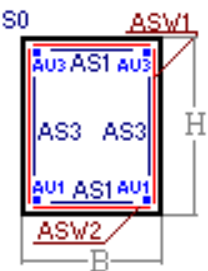
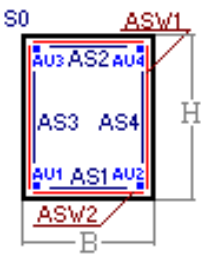
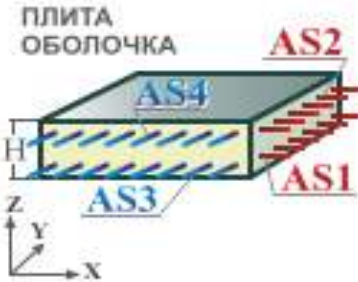
Для стержней (см²):

- 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 '★')

3.1 Правила знаков при чтении результатов МКЭ-расчета

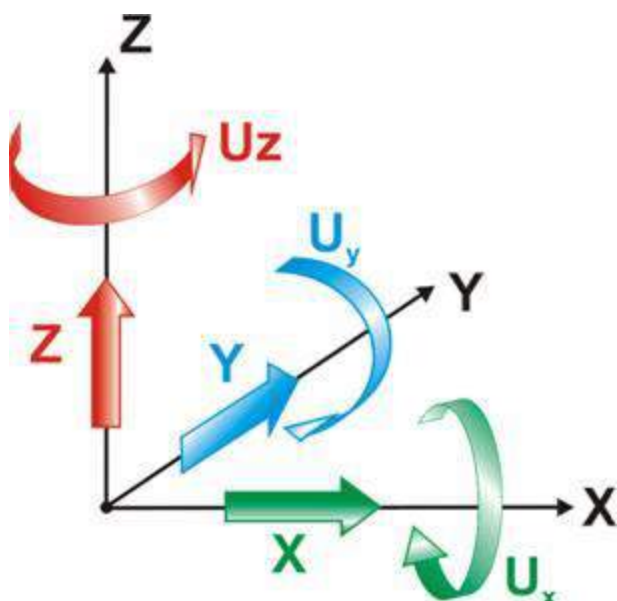


Рис. 3.1 Правила знаков перемещений

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.

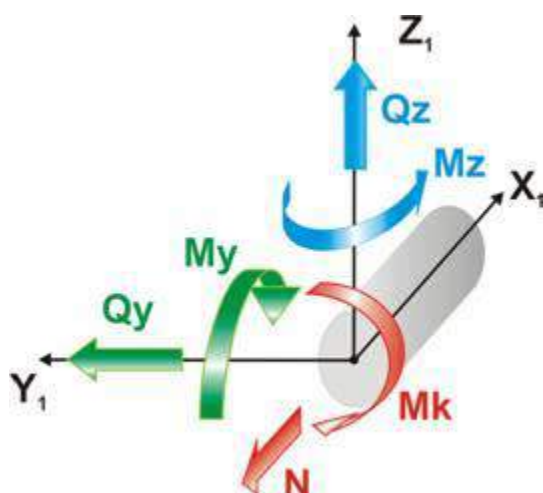


Рис. 3.2 Правила знаков усилий в стержнях

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.

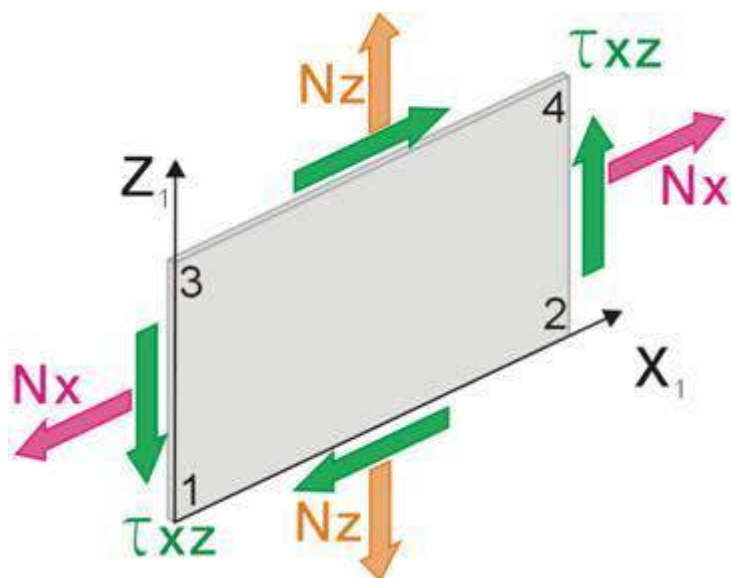


Рис. 3.3 Правила знаков усилий в балках-стенках

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.

τ_{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.

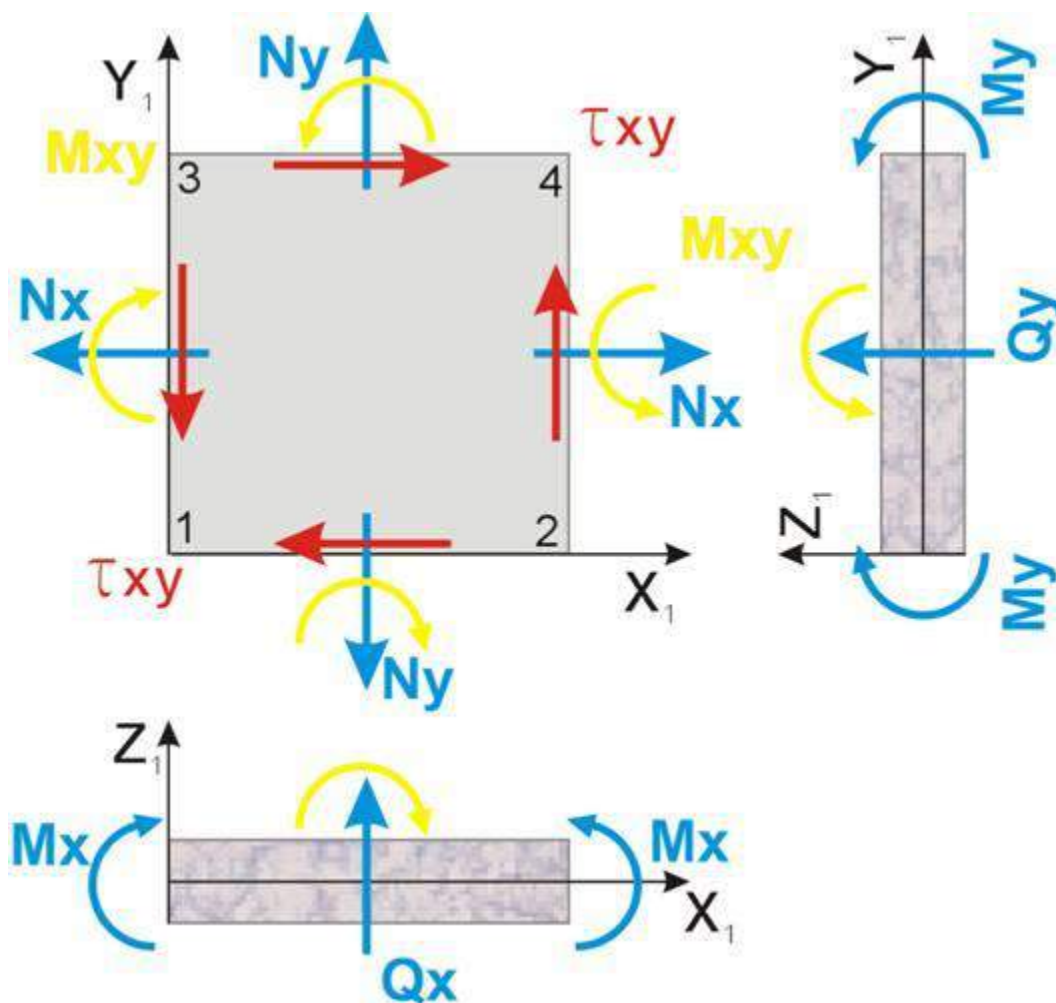


Рис. 3.4 Правила знаков усилий в оболочках

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_z, Q_y .

Выполняется расчет по предельным состояниям первой и второй группы (прочность и трещиностойкость). Армируемые сечения: прямоугольное, тавровое, двутавровое, коробчатое, круглое, кольцевое, крестовое, уголкового, 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 (см²/м);

AS2 – площадь верхней арматуры по направлению X (см²/м);

AS3 – площадь нижней арматуры по направлению Y (см²/м);

AS4 – площадь верхней арматуры по направлению Y (см²/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.

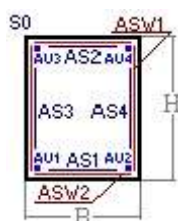


Рис. 5.1 Прямоугольник (несимметричная арматура)

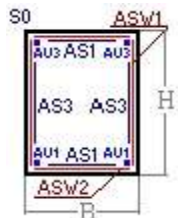


Рис. 5.2 Прямоугольник (симметричная арматура)

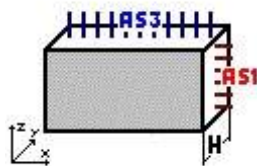


Рис. 5.3 Балка-стенка

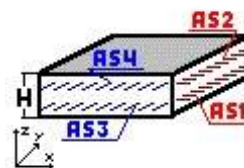


Рис. 5.4 Пластина/Оболочка

5.1 Армирование элементов фундамента

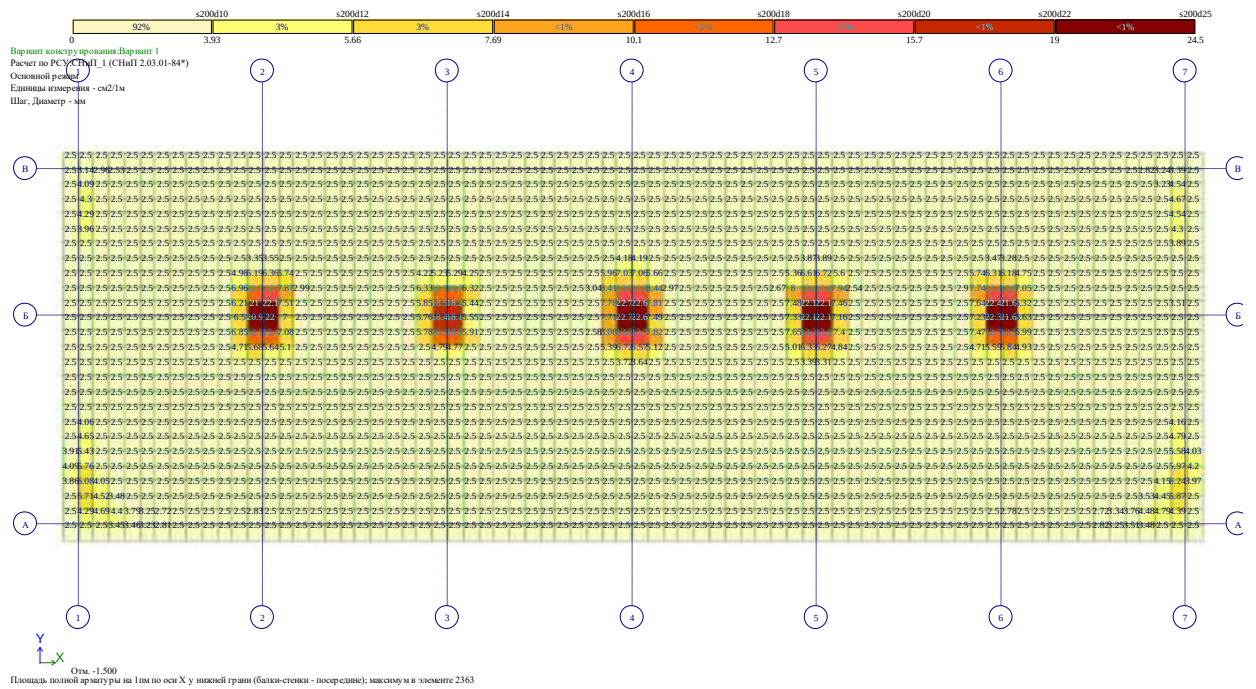


Рис. 5.1 Площадь полной арматуры на 1м по оси X у нижней грани (балки-стенки - посередине)

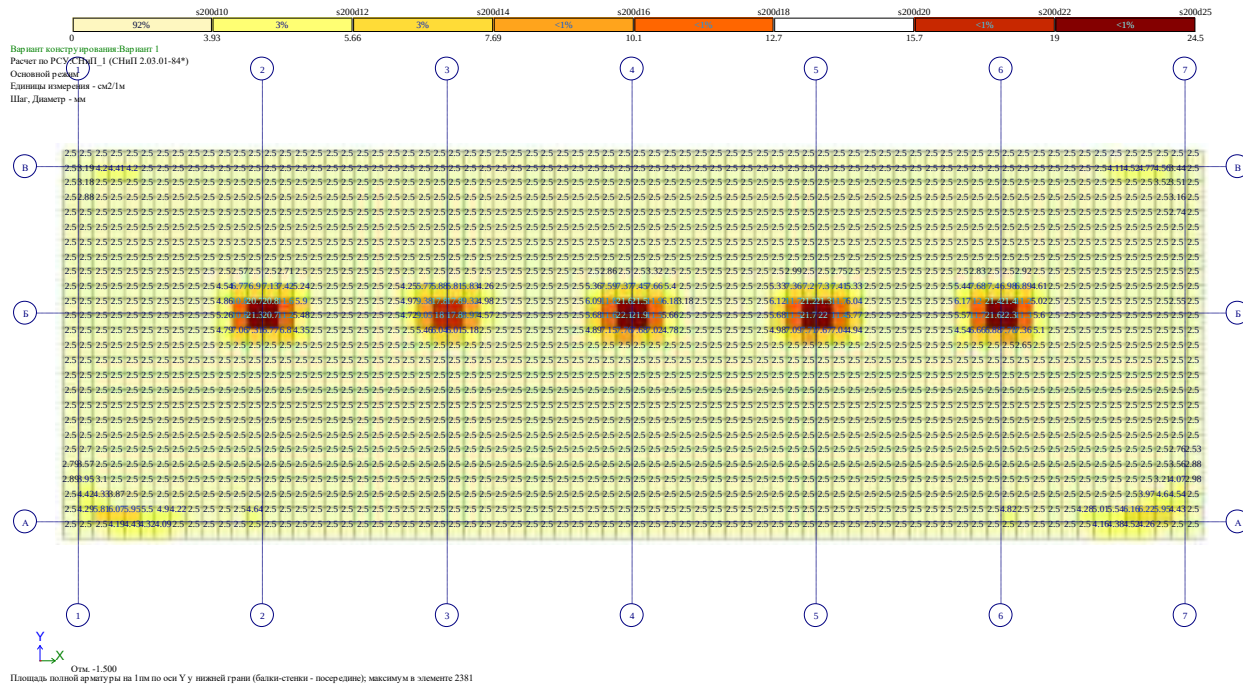


Рис. 5.2 Площадь полной арматуры на 1м по оси Y у нижней грани (балки-стенки - посередине)

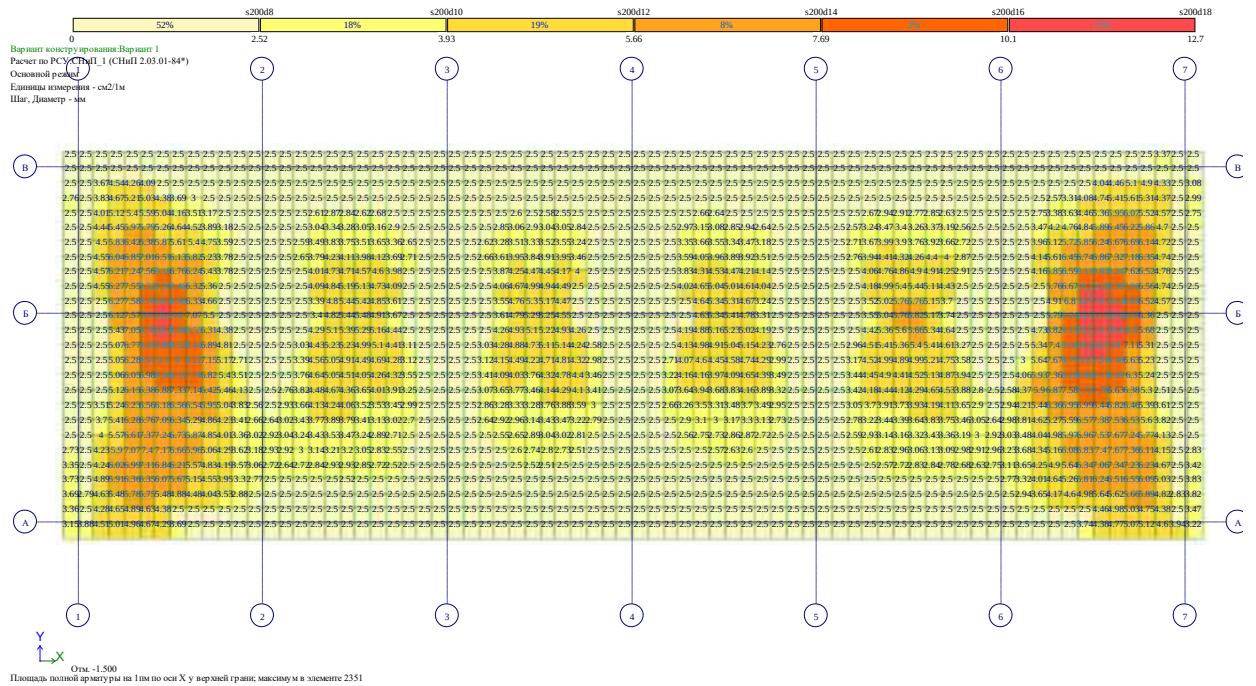


Рис. 5.3 Площадь полной арматуры на 1мм по оси X у верхней грани

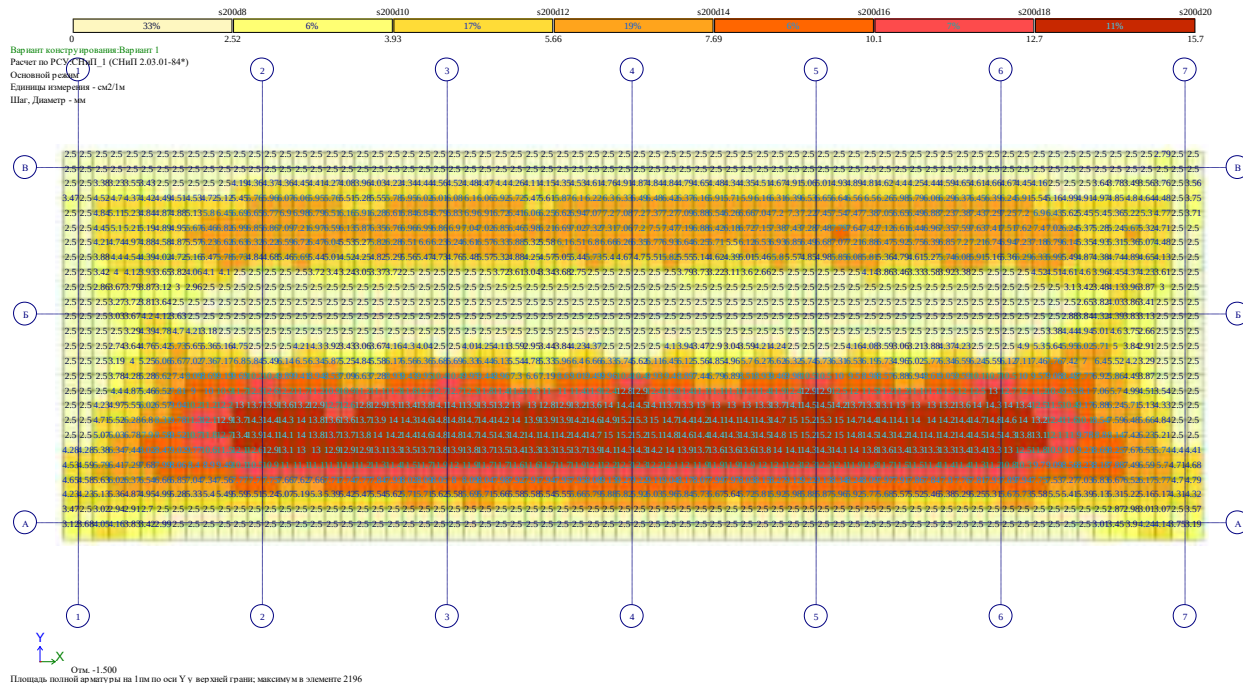


Рис. 5.4 Площадь полной арматуры на 1мм по оси Y у верхней грани

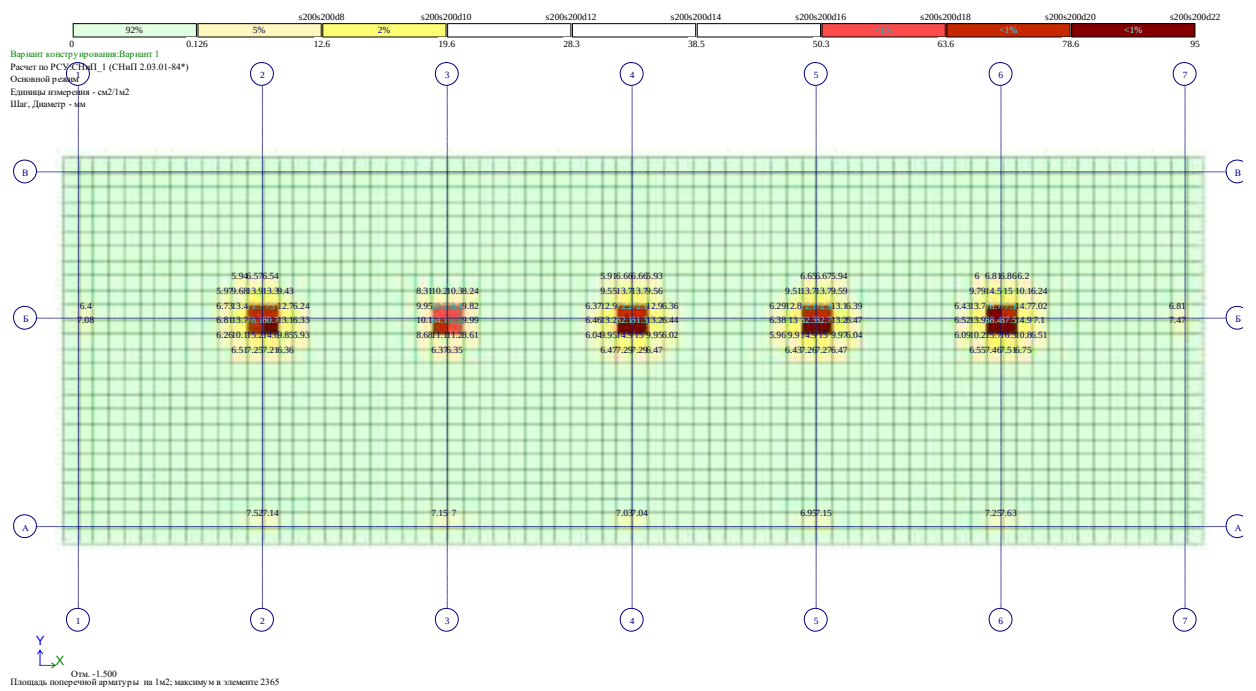


Рис. 5.5 Площадь поперечной арматуры на 1м²

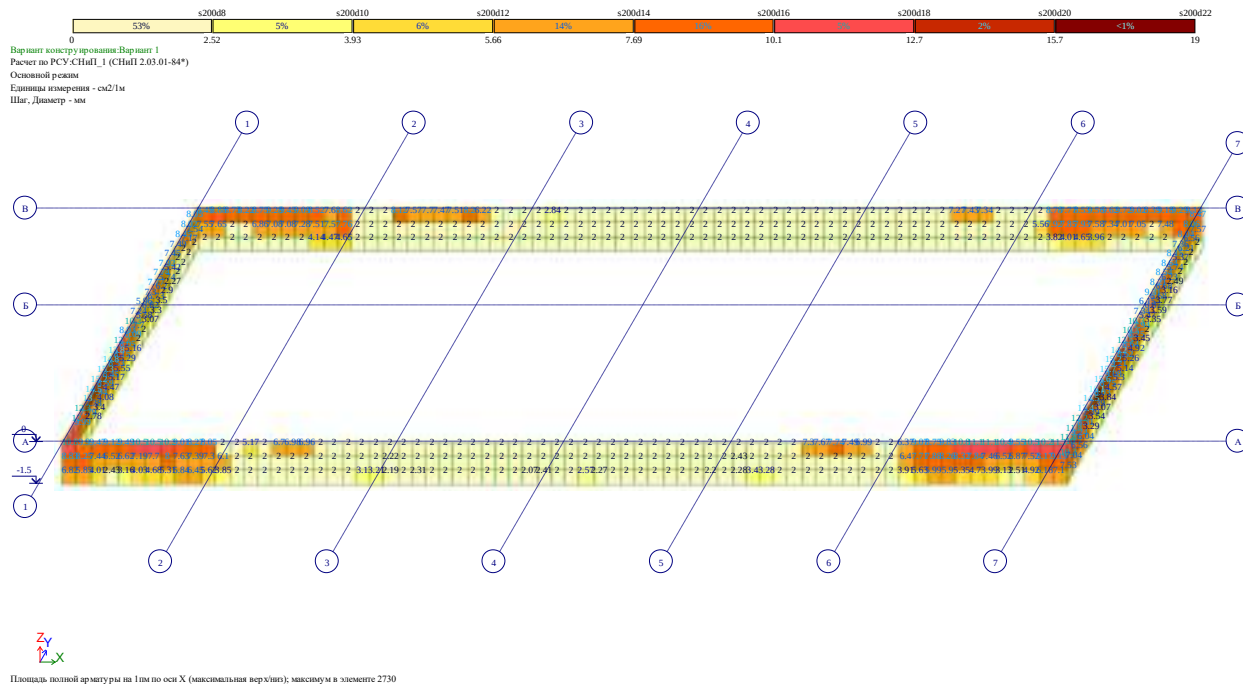


Рис. 5.6 Площадь полной арматуры на 1м по оси X (максимальная верх/низ)

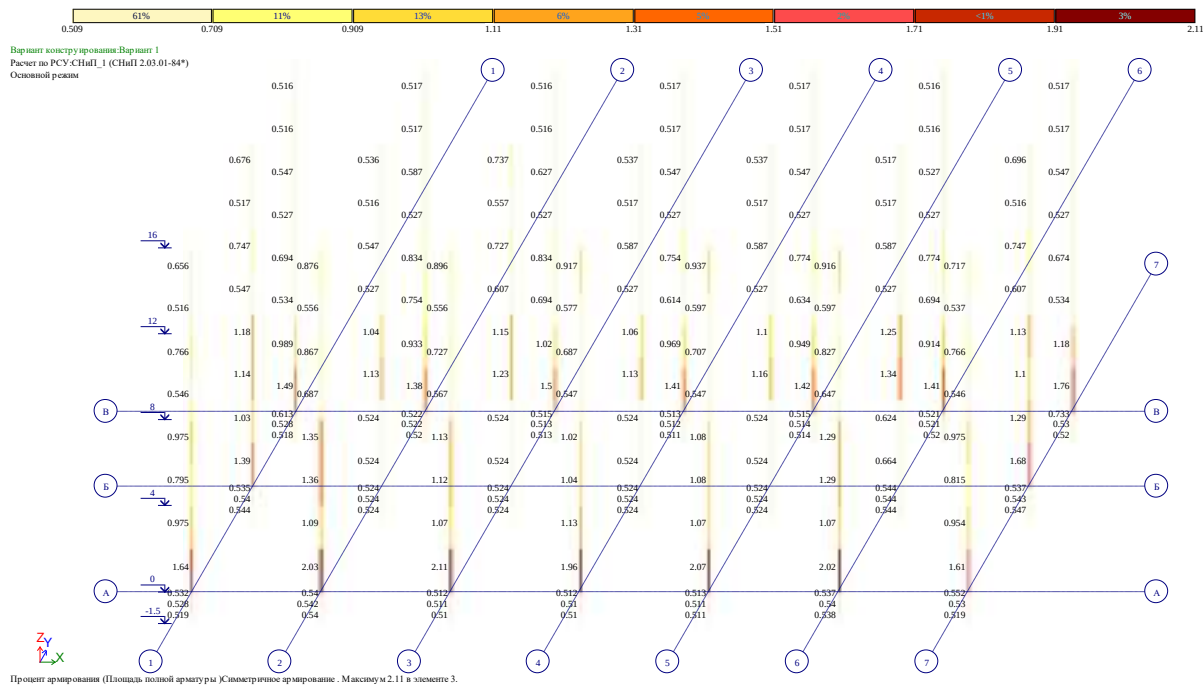
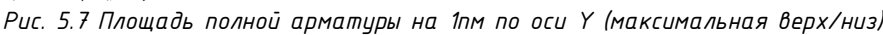


Рис. 5.8 Процент армирования (Площадь полной арматуры)Симметричное армирование . Максимум 2.11 в элементе 3.

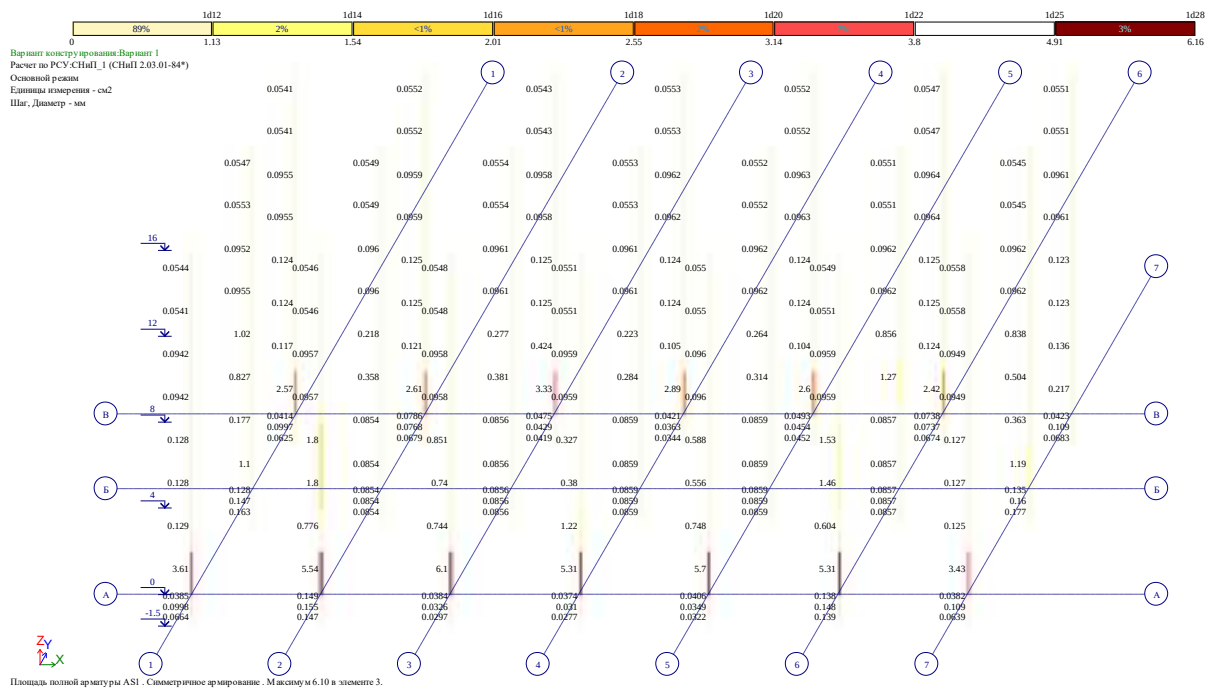
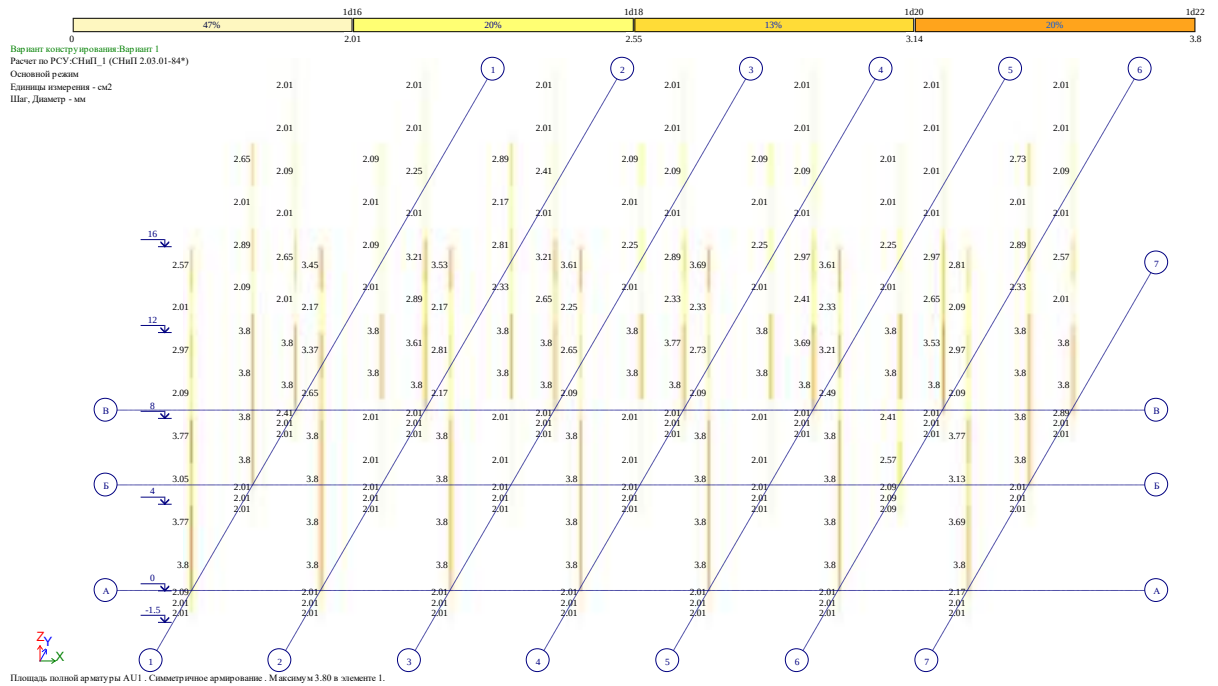


Рис. 5.10 Площадь полной арматуры AS1. Симметричное армирование. Максимум 6.10 в элементе 3.

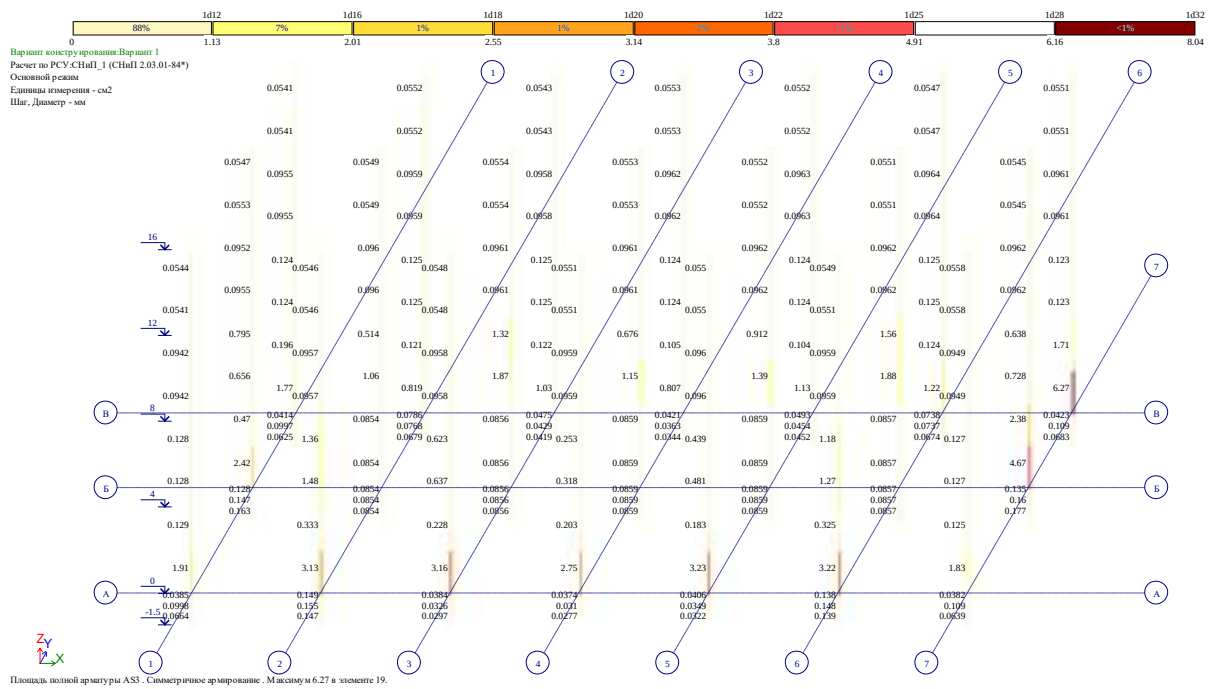


Рис. 5.11 Площадь полной арматуры AS3. Симметричное армирование. Максимум 6.27 в элементе 19.

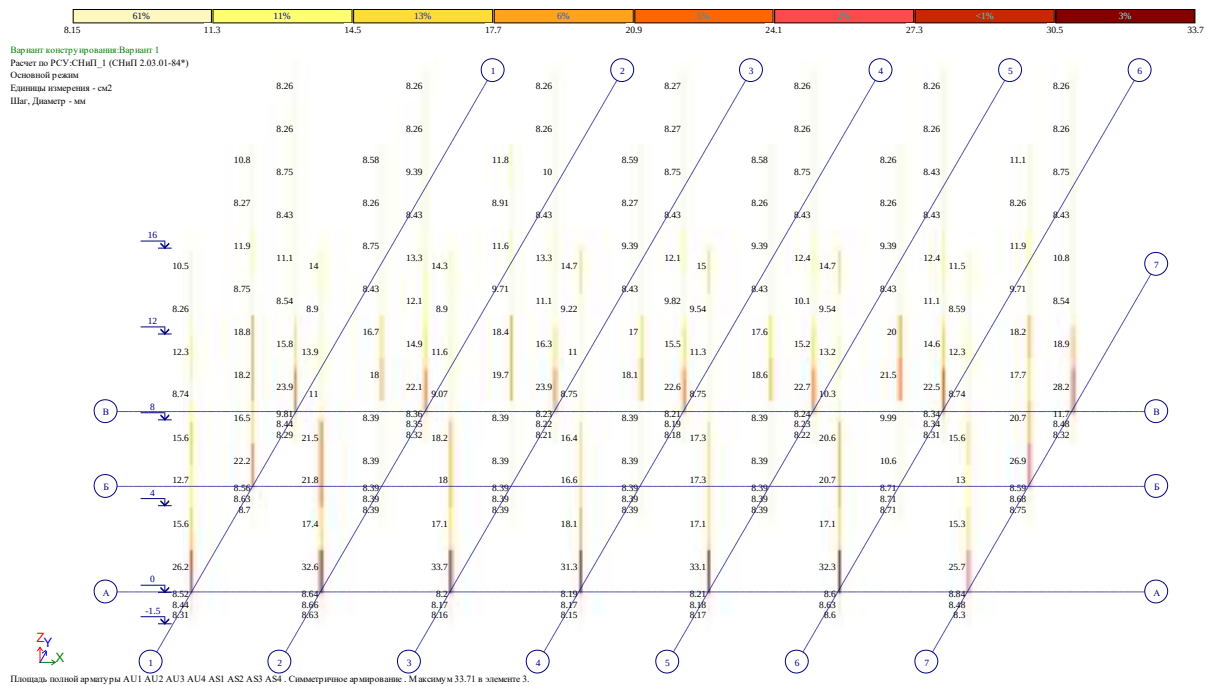


Рис. 5.12 Площадь полной арматуры AU1 AU2 AU3 AU4 AS1 AS2 AS3 AS4. Симметричное армирование. Максимум 33.71 в элементе 3.

5.3 Армирование ригелей

5.3.1 Армирование ригелей типового этажа

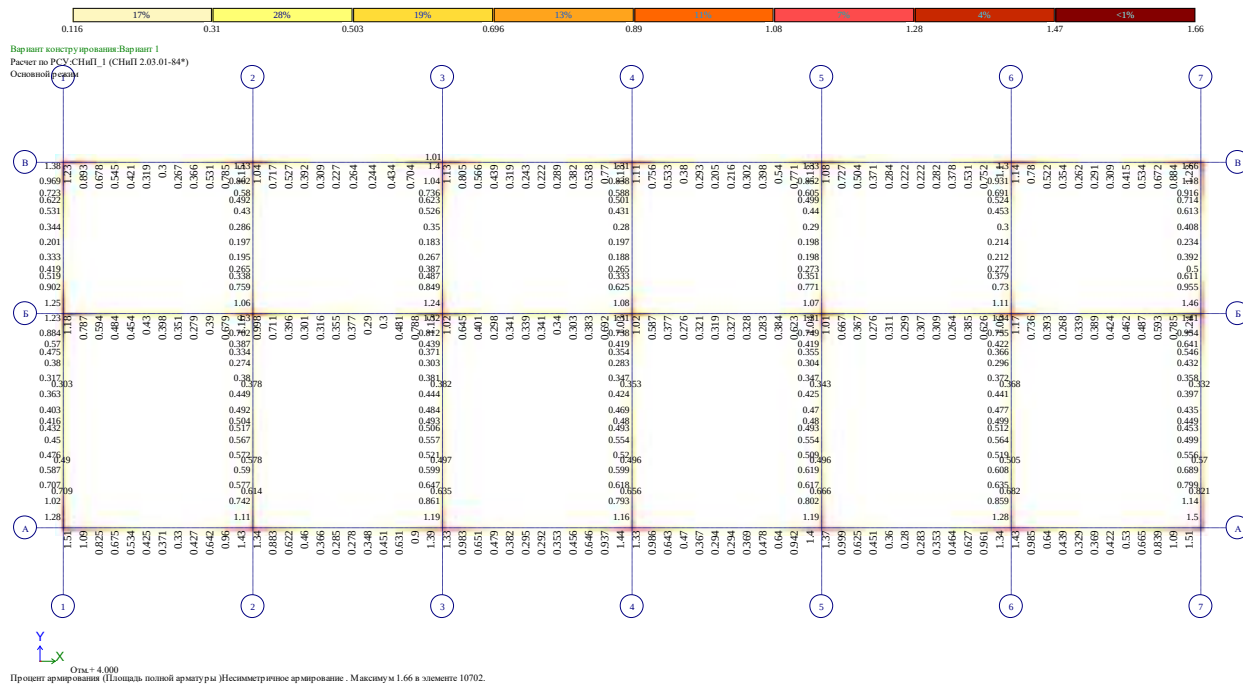


Рис. 5.13 Процент армирования (Площадь полной арматуры) Несимметричное армирование. Максимум 1.66 в элементе 10702.

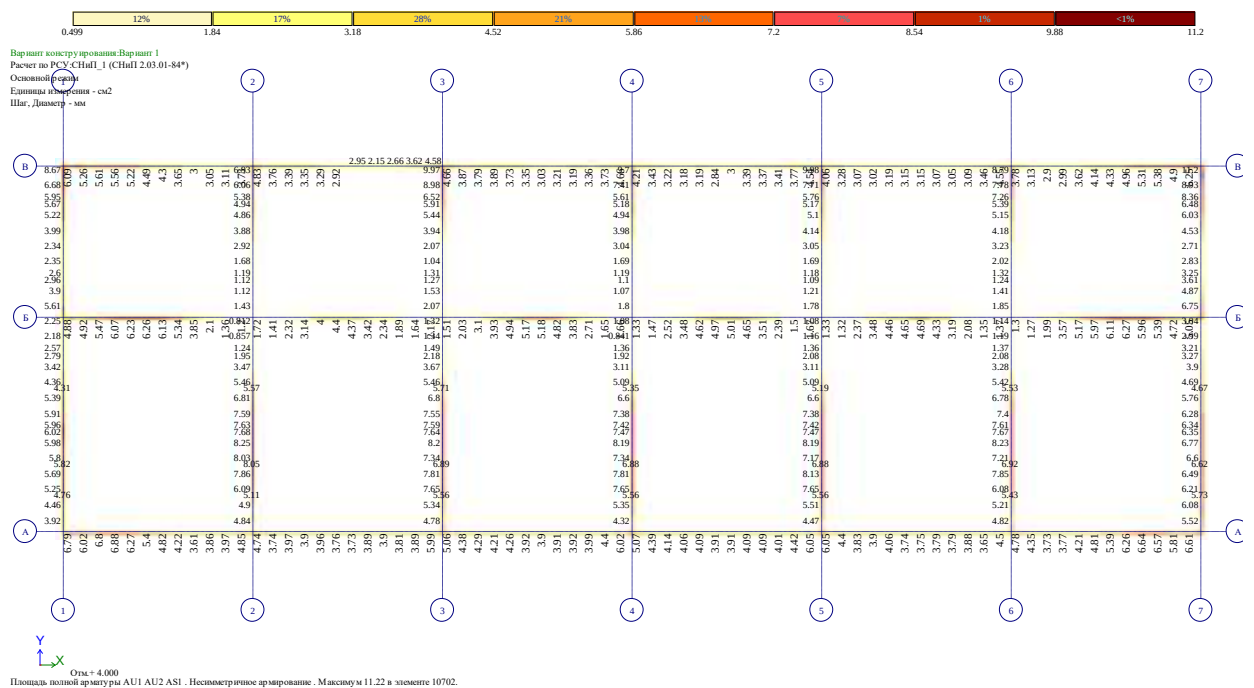


Рис. 5.14 Площадь полной арматуры AU1 AU2 AS1. Несимметричное армирование. Максимум 11.22 в элементе 10702.

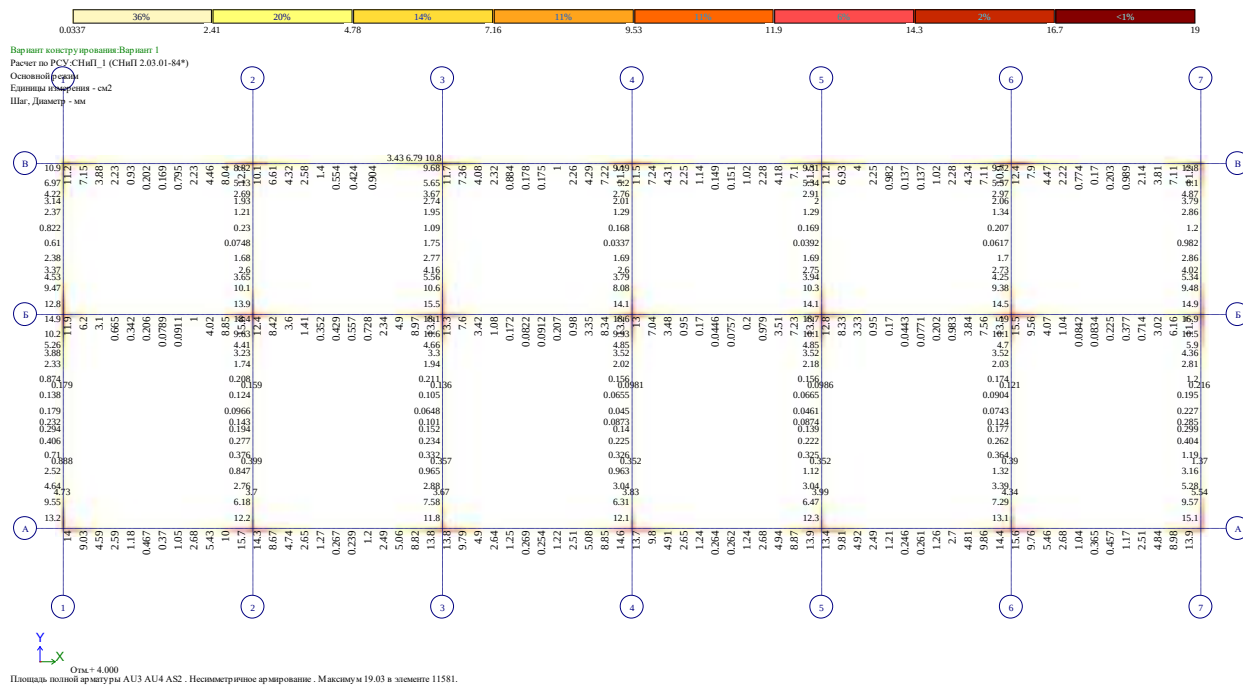


Рис. 5.15 Площадь полной арматуры AU3 AU4 AS2. Несимметричное армирование. Максимум 19.03 в элементе 11581.

5.3.2 Армирование ригелей на отметке +16.00

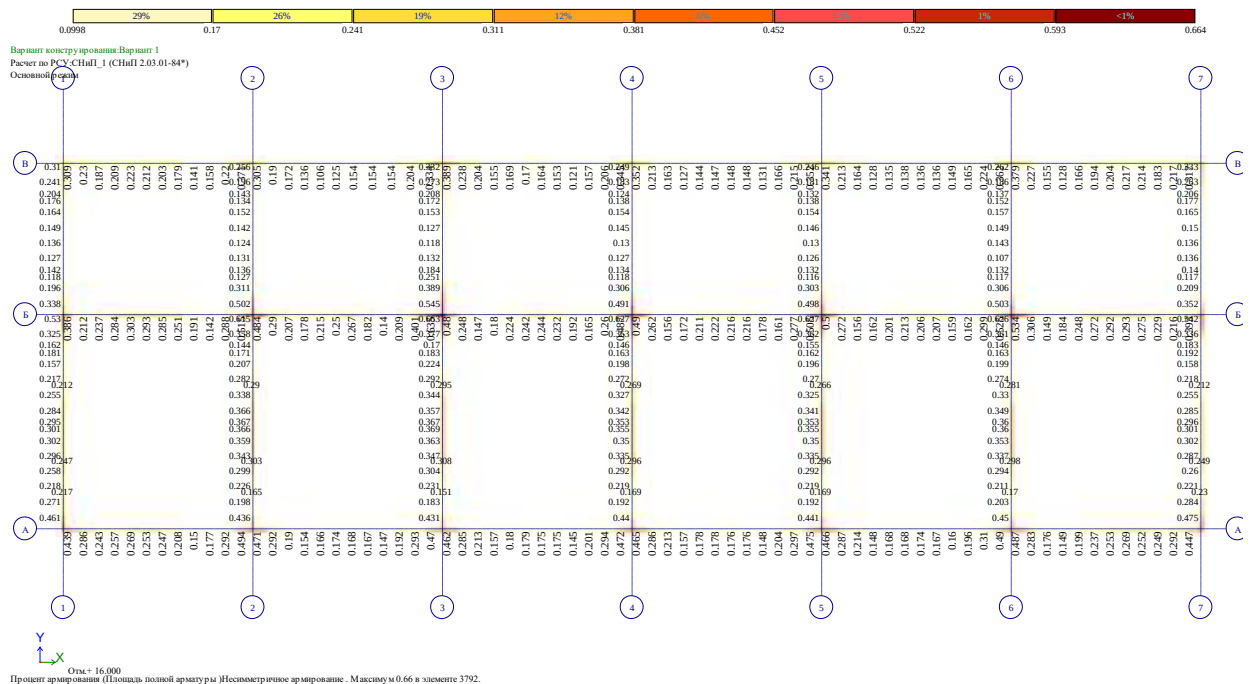


Рис. 5.16 Процент армирования (Площадь полной арматуры) Несимметричное армирование. Максимум 0.66 в элементе 3792.

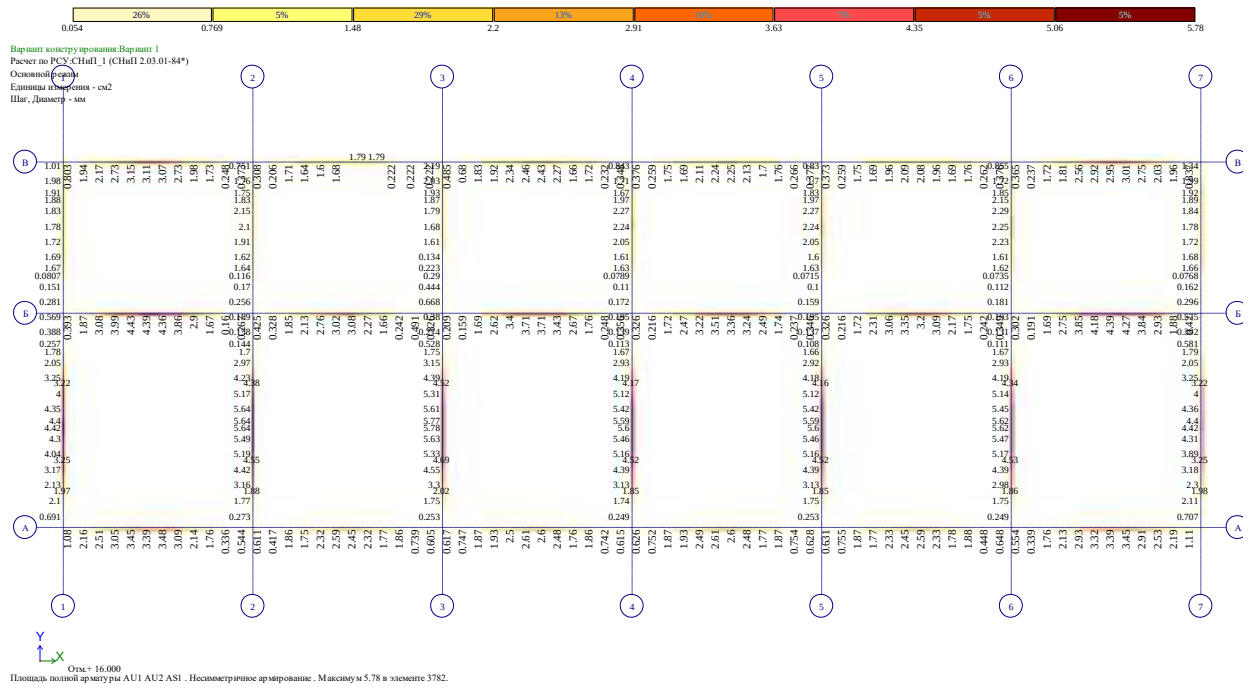


Рис. 5.17 Площадь полной арматуры AU1 AU2 AS1 . Несимметричное армирование . Максимум 5.78 в элементе 3782.

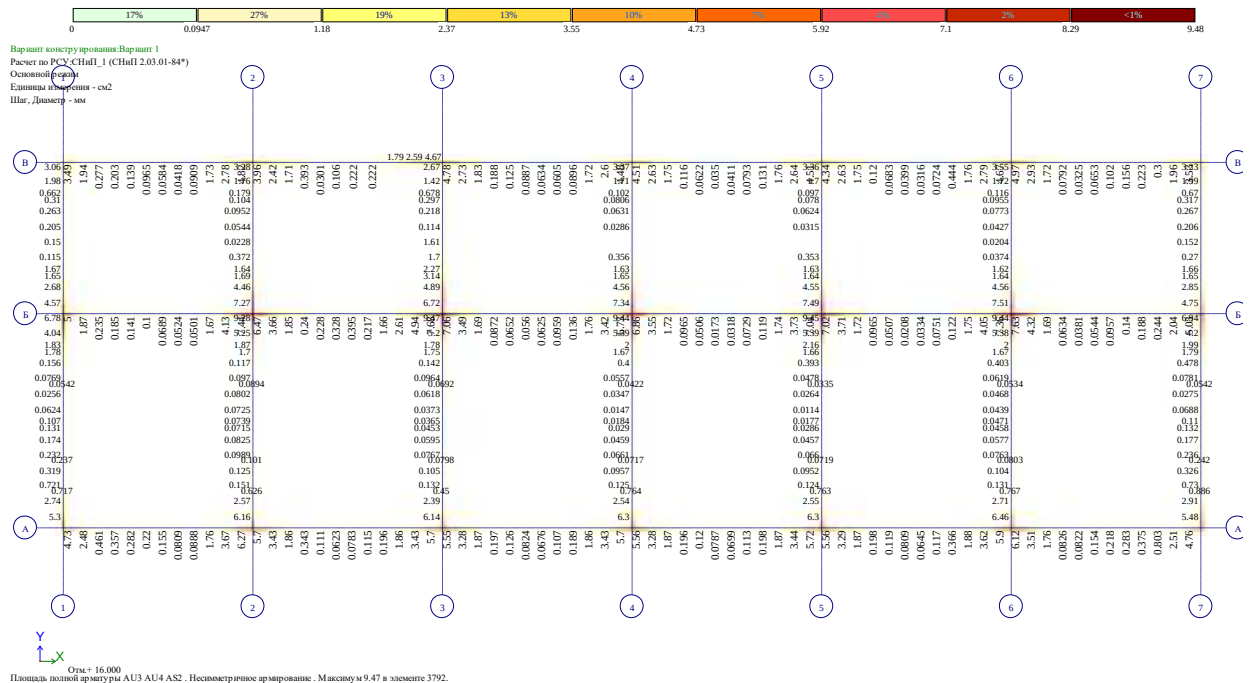


Рис. 5.18 Площадь полной арматуры AU3 AU4 AS2 . Несимметричное армирование . Максимум 9.47 в элементе 3792.

5.4 Армирование плит перекрытия

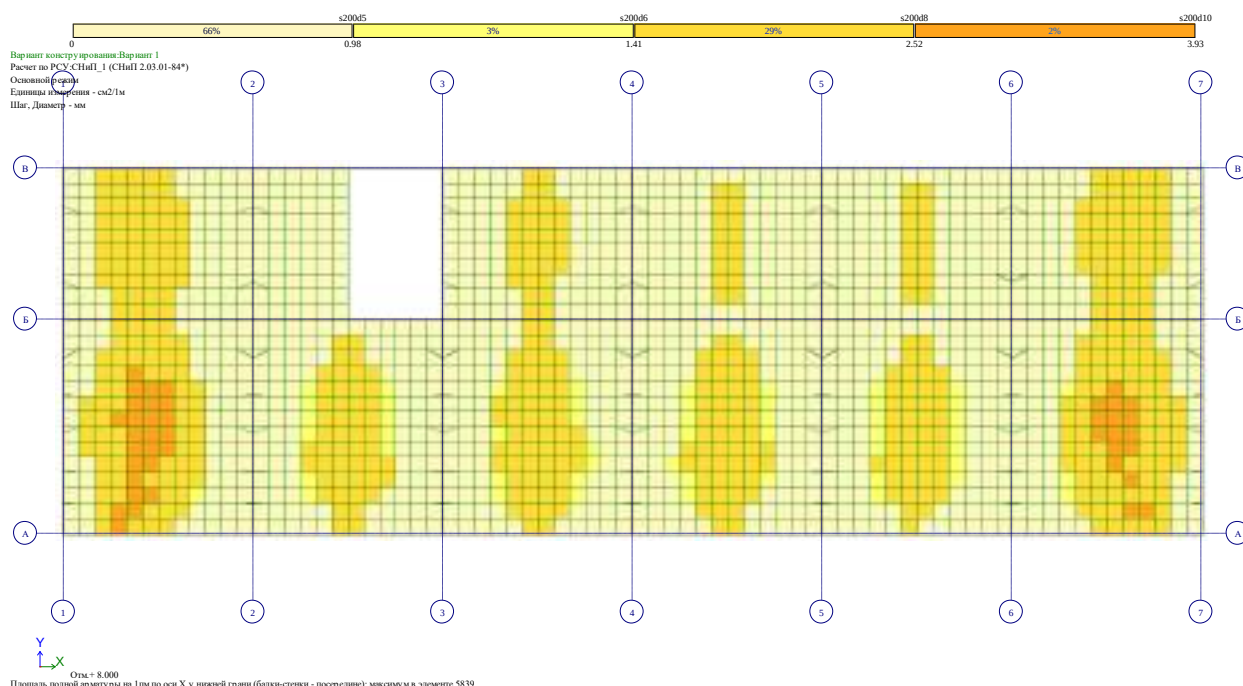


Рис. 5.19 Площадь полной арматуры на 1м по оси X у нижней грани (балки-стенки - посередине)

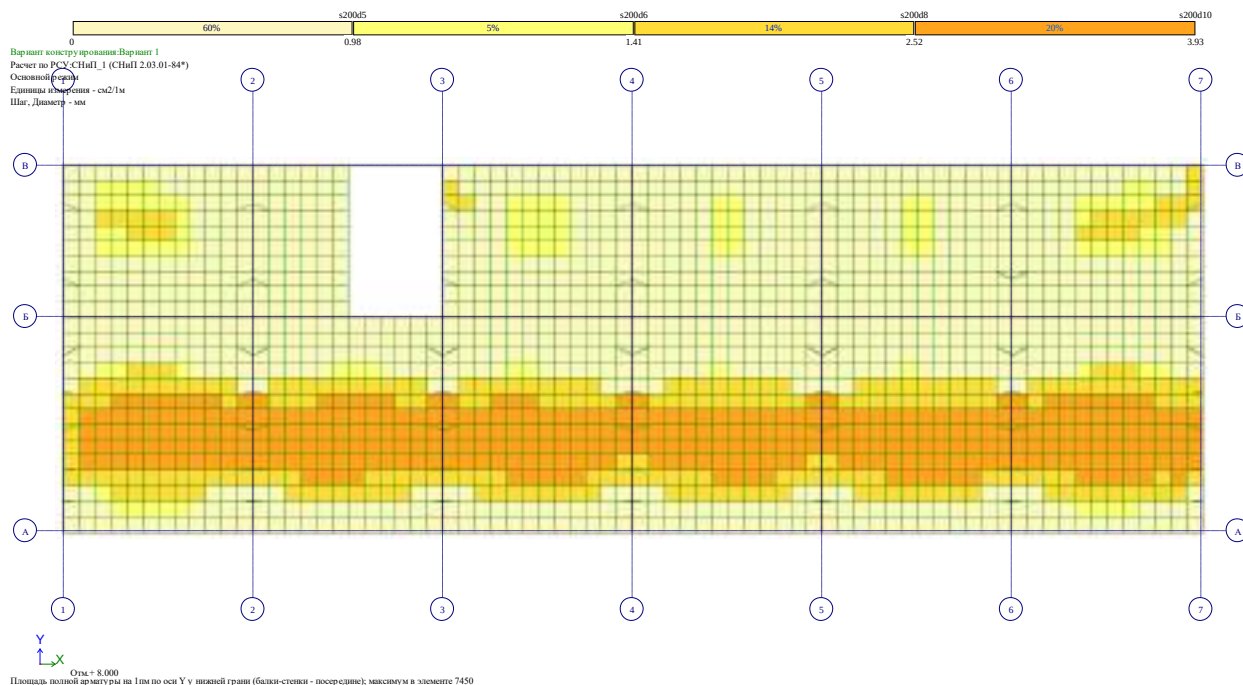


Рис. 5.20 Площадь полной арматуры на 1м по оси Y у нижней грани (балки-стенки - посередине)

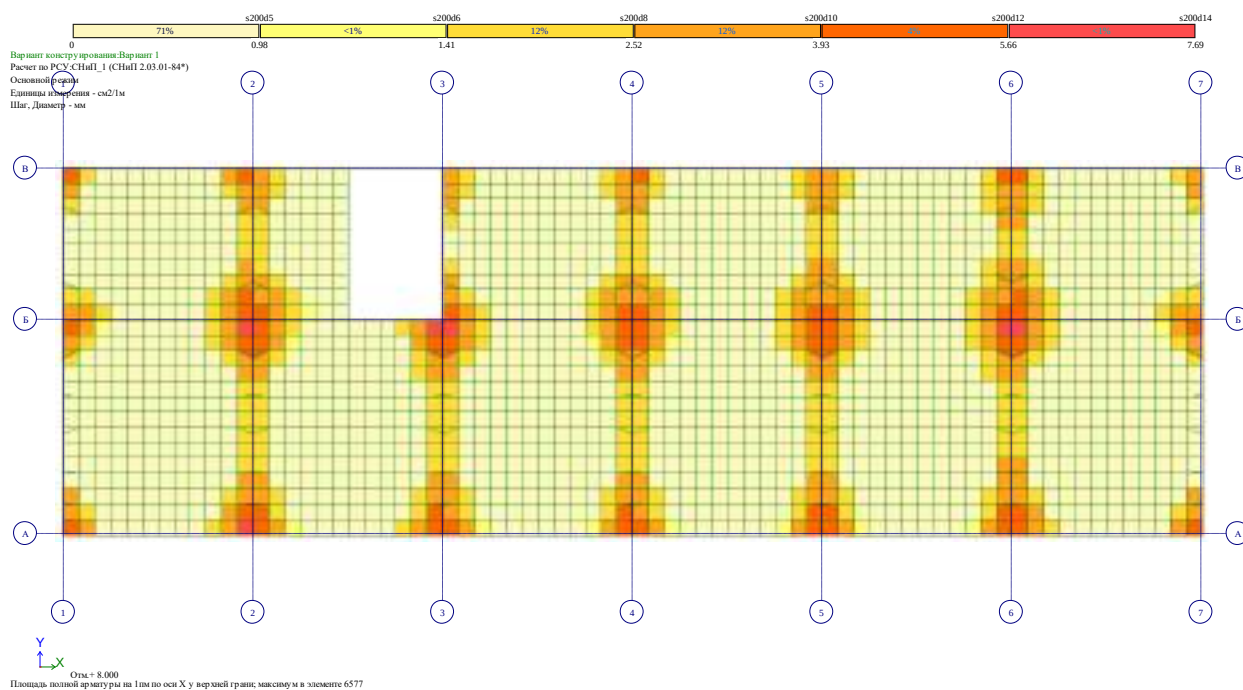


Рис. 5.21 Площадь полной арматуры на 1м по оси X у верхней грани

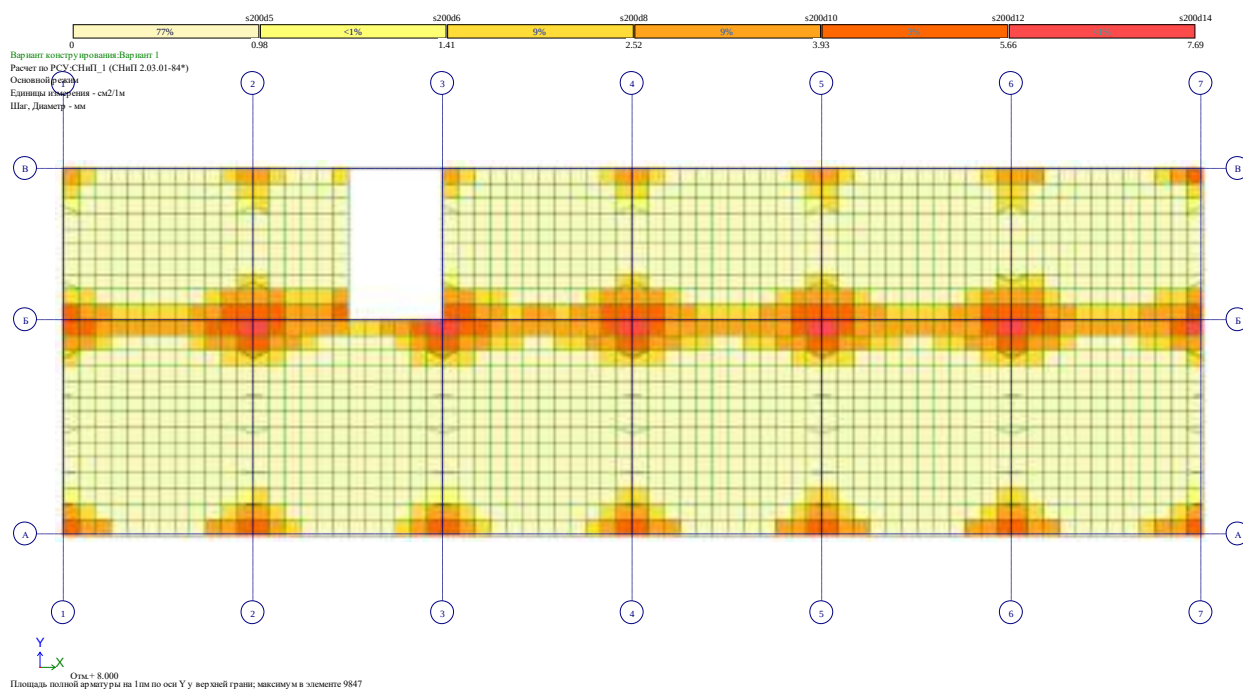


Рис. 5.22 Площадь полной арматуры на 1м по оси Y у верхней грани