

ООО «Институт развития городской агломерации»  
127055, г. Москва, ул. Малый Кисловский переулок, д. 9 стр.1  
Тел. 8(909) 970-50-70 Email: g.dmitriev@irga.city

---



ОГРН 5177746051060, ИНН7707395324, КПП 770701001  
Свидетельство СРО-П-140-27022010

Наименование объекта	Реконструкция гостиничного комплекса
Адрес объекта	г. Москва, МЖД, Киевское, 5-й км, вл. 7Б (кадастровый номер 77:07:0006003:4628) (ЗАО, Раменки)
Заказчик	АО "ЭкоВест"
Стадия проектирования	ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ
Раздел	Раздел 4.1 Конструктивные и объемно-планировочные решения. Расчеты строительных конструкций
Шифр	01/05-Р-КР Том 4.1

ООО «Институт развития городской агломерации»  
127055, г. Москва, ул. Малый Кисловский переулок, д. 9 стр.1  
Тел. 8(909) 970-50-70 Email: g.dmitriev@irga.city



ОГРН 5177746051060, ИНН7707395324, КПП 770701001  
Свидетельство СРО-П-140-27022010

Наименование объекта	Реконструкция гостиничного комплекса
Адрес объекта	г. Москва, МЖД, Киевское, 5-й км, вл. 7Б (кадастровый номер 77:07:0006003:4628) (ЗАО, Раменки)
Заказчик	АО "ЭкоВест"
Стадия проектирования	ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ
Раздел	Раздел 4.1 Конструктивные и объемно-планировочные решения. Расчеты строительных конструкций
Шифр	01/05-Р-КР Том 4.1

Генеральный директор

Главный инженер проекта



Handwritten signature of G.A. Dmitriev in blue ink.

Г.А. Дмитриев

Handwritten signature of E.A. Politiko in blue ink.

Е.А. Политико

Москва  
2021

## ВВЕДЕНИЕ. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

В данной работе выполнен прочностной расчёт и расчёт по деформациям объекта: «Реконструкция гостиничного комплекса по адресу: г. Москва, внутригородское муниципальное образование Раменки, МЖД, Киевское, 5-й км, вл. 7Б(кадастровый номер 77:07:0006003:4628)».

Проектируемые здания представляют собой корпуса блок А 2-х этажный и 3 блока В, С, Д 3-х этажные.

### Основание:

1. «Задание на проектирование», утвержденное Заказчиком;
2. Градостроительный план земельного участка (кадастровый номер 77:07:0006003:4628);
3. Инженерно-геологические изыскания участка проектируемого строительства нежилых зданий, расположенных по адресу: Москва, ул. МЖД Киевское 5-й км, д.7Б, выполненного ООО «ПГС» в 2021 г.
4. Раздел 3 «Архитектурные решения» проектной документации ««Реконструкция гостиничного комплекса по адресу: г. Москва, внутригородское муниципальное образование Раменки, МЖД, Киевское, 5-й км, вл. 7Б (кадастровый номер 77:07:0006003:4628)»».

### Характеристики объекта:

- класс сооружения – КС-2 (уровень ответственности - нормальный,) [1];
- коэффициент надежности по ответственности здания –  $\gamma_n=1.0$  [1];
- класс объекта по значимости – 3 (низкая значимость) - ущерб в результате реализации террористических угроз приобретет муниципальный или локальный масштаб [4];
- предел огнестойкости конструкций – II [14,15];
- класс конструктивной пожарной опасности – С0 [14, 18];
- класс функциональной пожарной опасности здания – Ф1.2 [17];
- расчетный срок службы здания – не менее 50 лет [1];

### Цель работы:

- выполнить расчёт несущих конструкций здания по Iи II группе предельных состояний на основное сочетание нагрузок (усилий), которые могут возникнуть в период его жизненного цикла;

На основании результатов расчёта требуется:

- подобрать сечения и армирование несущих железобетонных конструкций здания:
  - ж.б. фундаментной плиты;
  - ж.б. стен, колонн, пилонов;
  - ж.б. плит перекрытий, покрытий, балок.

## 1. ОБЩИЕ ДАННЫЕ

### 1.1. Характеристика участка реконструкции

В административном отношении участок работ расположен по адресу: г. Москва, ул. МЖД Киевское 5-ий км, д. 7Б.

В геоморфологическом отношении район работ приурочен к долинному комплексу рек Москвы и Яузы и их притоков. Непосредственно участок работ приурочен к надпойменной террасе реки Сетунь. Абсолютные отметки рельефа исследуемого участка изменяются в пределах от 125,57 м до 128,02 м. В соответствии со схемой климатического районирования [5] для реконструкции, участок работ расположен в строительно-климатической зоне II-B. Среднее за год число дней с переходом температуры воздуха через 0 °С – приблизительно 65. Климат умеренно-континентальный. Участок реконструкции имеет следующие характеристики:

- в соответствии с [6] расчетное значение веса снегового покрова на 1м<sup>2</sup> горизонтальной поверхности земли, принимается  $S_0 = 210$  кгс/м<sup>2</sup> (III снеговой район);
- в соответствии с [6] нормативное значение ветрового давления принимаем  $w_0 = 23$  кгс/м<sup>2</sup>; тип местности – А (ветровой район);
- в соответствии с [6], нормативное значение толщины стенки гололеда – 5 мм (район II);
- в соответствии с [5] температура воздуха наиболее холодной пятидневки (с обеспеченностью 0.92) – минус 25°С;
- в соответствии с [5] температура воздуха наиболее холодной пятидневки (с обеспеченностью 0.98) – минус 29°С;
- в соответствии с [5] температура воздуха наиболее холодных суток (с обеспеченностью 0.92 (один раз в 12,5 лет)) – минус 28°С;
- в соответствии с [5] температура воздуха наиболее холодных суток (с обеспеченностью 0.98 (один раз в 50 лет)) – минус 35°С;
- нормативная глубина сезонного промерзания по [9] составляет для:
  - суглинков и глин – 1,1 м;
  - песков мелких и пылеватых – 1,34 м;
  - песков крупных и средней крупности – 1,44 м;
  - крупнообломочных грунтов – 1,63 м.

В геологическом строении площадки до глубины бурения (15,0 м) принимают участие: современные почвенные отложения, (eQIV); современные техногенные образования – насыпные грунты, (tQIV); верхнечетвертичные аллювиальные отложения, (aQIII); среднечетвертичные водно-ледниковые отложения, (f,lgQII); верхнеюрские отложения, (J3). В результате анализа инженерно-геологических исследований на участке выделено 6 инженерно-геологических элементов (ИГЭ) и 2 слоя. Нормативные и расчетные значения

основных показателей физико-механических свойств грунтов приведены в таблице № 6.3 текста отчета.

Гидрографическая сеть района исследований представлена р. Сетунь, которая протекает на востоке в 50 м от площадки работ.

Подземные воды на площадке, до глубины бурения 15,0 м, представлены постоянным водоносным горизонтом, который был вскрыт всеми скважинами с глубин 1,7-2,8 м, приурочен к верхнечетвертичному аллювиальному, среднечетвертичному водно-ледниковому и верхнекарбонатным отложениям. Питание водоносного горизонта осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков, разгрузка происходит в местные водотоки.

Водовмещающими грунтами водоносного горизонта являются пески и известняки, обводненные по трещинам. Воды ненапорные. Водоупором являются верхнеюрские глины.

Подземные воды водоносного горизонта хлоридно-гидрокарбонатные натриево-кальциевые, пресные, жесткие (жесткость карбонатная).

По ГОСТ 31384-2017, подземные воды водоносного горизонта неагрессивны:

- к бетонам марок W4, W6, W8, W10-12 по бикарбонатной щёлочности, водородному показателю, агрессивной углекислоте, магниевым солям, аммонийным солям, едким щелочам;

- по степени агрессивного воздействия жидких сульфатных сред к бетонам марок W8, W10-14, W16-20 на портландцементе, шлакопорт-цементе, сульфатостойким бетонам;

- по степени агрессивного воздействия жидких сульфатных сред, содержащих бикарбонаты, к бетонам марок W4, W6, W8 на портландцементе, шлакопорт-цементе, сульфатостойким бетонам.

Согласно СП 28.13330.2017, агрессивность пресной воды по водородному показателю – средняя; по суммарной концентрации сульфатов и хлоридов – средняя.

Согласно «Руководству по проектированию свайных фундаментов», таблица № 12, коэффициент фильтрации составляет:

- для песков крупных –  $(4,0-8,5) \cdot 10^{-2}$  см/с;

- для песков средней крупности –  $(2,5-6,0) \cdot 10^{-2}$  см/с;

- для суглинков –  $(0,5-0,05) \cdot 10^{-2}$  см/с;

- для глин - менее  $1 \cdot 10^{-6}$  см/с;

- для известняков –  $(2-6) \cdot 10^3$  см/с.

При критическом уровне подтопления равном 2,0 м, по степени потенциальной подтопляемости территория относится к потенциально подтопляемой. Критерий типизации по подтопляемости территории – II Потенциально подтопляемые ( $H_{кр}/(H_{сп} - dH) \geq 1$ ).

В периоды продолжительных дождей и интенсивного снеготаяния, а также в результате нарушения поверхностного стока и утечек из водонесущих коммуникаций, возможно

образование подземных вод типа «верховодка» в интервале глубин 0,0-2,0 м.

Согласно ГОСТ 25100-2011, СП 34.13330.2012, грунты на участке работ незасолены.

Согласно ГОСТ 9.602-2016, коррозионная агрессивность грунта по отношению к углеродистой и низколегированной стали:

- по средней плотности катодного тока – высокая;

- по удельному сопротивлению – средняя.

Согласно ГОСТ 31384-2017, грунты неагрессивны:

- по степени агрессивности сульфатов в грунтах к бетонным конструкциям;

- по степени агрессивности хлоридов в грунтах к железобетонным конструкциям.

Специфические грунты на площадке работ представлены насыпными, пучинистыми и набухающими грунтами.

Современные техногенные образования – насыпные грунты, (tQIV):

- Слой № 1а – пески средней крупности, темно-коричневый, средней плотности, малой степени водонасыщения, с включением до 15% дресвы, щебня, мусора строительного.

Глубина кровли 0,0-0,4 м (абсолютные отметки 126,36-127,36 м), глубина подошвы 0,4-1,3 м (абсолютные отметки 125,52-126,59 м), мощностью 0,4-1,3 м, вскрыты скважинами №№ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7. Залегают с поверхности.

Согласно результатам инженерно-геологических исследований, насыпные грунты на площадке характеризуются как свалки грунтов (по характеру происхождения, СП 22.13330.2016, п. 6.6.3).

Насыпные грунты обладают неравномерными плотностными характеристиками, вследствие изменчивости, как в плане, так и в разрезе. Плотность грунта для слоя № 1а рекомендуется

принять равной 1,66 г/см<sup>3</sup>. Удельный вес для слоя № 1а рекомендуется принять  $\gamma=16,28$  кН/м<sup>3</sup>.

Расчетное сопротивление R<sub>0</sub> для слоя № 1а рекомендуется принять равным 96 кПа (см. СП 22.13330.2016, приложение Б, табл. Б.9).

Согласно СП 11-105-97, часть III, п. 9.2.1, табл. 9.1, для песчаных насыпных грунтов ориентировочное время самоуплотнения составляет 5-10 лет. Для глинистых подстилающих грунтов процесс уплотнения от веса насыпи составляет 2 года; для песчаных подстилающих грунтов – 1 год.

Пучинистые грунты (ИГЭ № 2) на площадке были вскрыты всеми скважинами.

Глубина кровли 0,4-8,4 м (абсолютные отметки 118,56-126,59 м), глубина подошвы 1,8-11,4 м (абсолютные отметки 115,36-125,28 м), мощностью 0,7-6,7 м.

Согласно СП 22.13330.2016, п. 6.8.3, по степени морозного пучения грунты, находящиеся

в пределах сезонного промерзающего слоя, по расчету параметра  $R_f$  для глинистых грунтов, относятся:

- суглинки мягкопластичные – к сильнопучинистым (степень пучинистости  $>7,0\%$ ).

Набухающие грунты (ИГЭ № 6) на площадке были вскрыты скважинами №№ 1, 4, 5, 7.

Представлены верхнеюрскими глинами полутвердыми, средненабухающими, с прослоями глины тугопластичной. Глубина кровли 13,2-13,4 м (абсолютные отметки 113,32-113,79 м), глубина подошвы 15,0 м (абсолютные отметки 111,72-112,04 м), мощностью 1,6-1,8 м.

Относительное набухание (ПНГ) – 0,090 д.е.

Влажность набухания (ПНГ) – 46,16%.

Из геологических и инженерно-геологических процессов и явлений, неблагоприятных для проектируемой реконструкции, необходимо отметить:

- карстоопасность (потенциально карстующиеся породы на площадке представлены известняками средней прочности, плотными, неразмягчаемыми, среднепористыми). Тип карста – карбонатный. Согласно СП 11-105-97, часть II, п. 5.2.11 район работ относится к V-Г категории устойчивости территории (относительно интенсивности образования и средних диаметров карстовых провалов). Вид карстоопасности – В (вероятность повреждения строительных объектов или земельных участков поверхностными карстопроявлениями (провалами, локальными и общими оседаниями и др.), согласно п. 8.2.2, СП 116.13330.2012). Расчетный радиус карстового провала – 0,96 м

В соответствии с ТСН 50-304-2001 г. Москвы (МГСН 2.07-01) «Основания, фундаменты и подземные сооружения», Приложение В, по «Схематической карте инженерно-геологического районирования г. Москвы» район изысканий по степени опасности карсто-суффозионных процессов относится к потенциально опасному. Участок работ следует отнести к территории, потенциально опасной по проявлению карсто-суффозионных процессов на земной поверхности.

Опасных инженерно-геологических процессов (современные движения земной коры, эрозия, карсто-суффозионные провалы и просадки, подтопление, оползни, образование различных техногенных и других слабых грунтов и техногенных полей) на площадке не выявлено.

В соответствии с ТСН 50-304-2001 г. Москвы (МГСН 2.07-01) «Основания, фундаменты и подземные сооружения», Приложение В, по «Схематической карте инженерно-геологического районирования г. Москвы по степени проявления оползневых процессов» район изысканий относится к неопасному.

Современная сейсмическая обстановка территории работ спокойная, сейсмическая интенсивность, согласно СП 14.13330.2014 «Строительство в сейсмических районах»

СНиП II-7-81\*(актуализированного СНиП II-7-81\* «Строительство в сейсмических районах» (СП14.13330.2011)) (с Изменением № 1) и комплекту карт ОСР-2015-С, составляет 5 баллов.

9. Как неблагоприятные факторы необходимо отметить:

- наличие в разрезе толщи специфических (техногенных) грунтов, неравномерно залегающих в плане и по глубине;
- морозное пучение грунтов;
- наличие большого количества подземных и наземных коммуникаций;
- возможность образования «верховодки» в интервале глубин 0,0-2,0 м.

Категория сложности инженерно-геологических условий с обоснованием по Приложению А к СП 47.13330.2012 – II (средней сложности, наличие в разрезе не более 4-х различных по литологии слоев).

Рекомендуемые прочностные и деформационные характеристики инженерно-геологических элементов (ИГЭ) представлены в табл.1.



Таблица 1

ИГЭ	Характеристика грунта		Лабораторные испытания	Статическое зондирование	Штампопыты	Таблицы СП 22.13330.2016	Рекомендуемые	
слой 1а – Насыпной грунт - песок средней крупности, (tQIV)	Расчетное сопротивление $R_0$		<b>96 кПа</b>					
	Плотность грунта $\rho, \text{г/см}^3$	нормативное	<b>1,66</b>	-	-	-	<b>1,66</b>	
Плотность грунта $\rho, \text{г/см}^3$		нормативное	<b>1,97</b>	-	-	-	<b>1,97</b>	
	Расчетное по деформациям	-	-	-	-	<b>1,96</b>		
	Расчетное по несущей способности	-	-	-	-	<b>1,96</b>		
2 Суглинок мягкопластичный, (aQIII)	Модуль деформации $E, \text{МПа}$	нормативное	<b>10</b>	<b>7</b>	<b>8,3</b>	<b>14,5</b>	<b>8,3</b>	
		Угол внутреннего трения $\varphi^\circ$	нормативное	<b>12</b>	<b>19</b>	-	<b>18,5</b>	<b>12</b>
	Удельное сцепление $C, \text{МПа}$	нормативное	<b>0,017</b>	<b>0,017</b>	-	<b>0,023</b>	<b>0,017</b>	
		Расчетное по деформациям	-	-	-	-	<b>0,013</b>	
		Расчетное по несущей способности	-	-	-	-	<b>0,011</b>	
	Влажность природная, $W, \%$		<b>23,09</b>	-	-	-	<b>23,09</b>	
	Число пластичности, $I_p$		<b>13,21</b>	-	-	-	<b>13,21</b>	
	Показатель текучести, $I_L$		<b>0,60</b>	-	-	-	<b>0,60</b>	
	Коэффициент пористости, $e$		<b>0,699</b>	-	-	-	<b>0,699</b>	
	Расчетное сопротивление $R_0$		<b>200 кПа</b>					
	3 Песок средней крупности, средней плотности, (aQIII)	Плотность грунта $\rho, \text{г/см}^3$	нормативное	-	<b>1,77/2,02</b>	-	-	<b>1,77/2,02</b>
			Расчетное по деформациям	-	-	-	-	<b>1,74/1,98</b>
Расчетное по несущей способности			-	-	-	-	<b>1,70/1,94</b>	
Модуль деформации $E, \text{МПа}$		нормативное	<b>32*</b>	<b>27</b>	-	<b>31</b>	<b>27</b>	
		Угол внутреннего трения $\varphi^\circ$	нормативное	<b>34*</b>	<b>33</b>	-	<b>35</b>	<b>33</b>
Удельное сцепление $C, \text{МПа}$		нормативное	<b>0,001*</b>	-	-	<b>0,001</b>	<b>0,001</b>	
		Расчетное по деформациям	-	-	-	-	<b>0,001</b>	
		Расчетное по несущей способности	-	-	-	-	<b>0,001</b>	
Влажность природная, $W, \%$		<b>9,02</b>	-	-	-	<b>9,02</b>		
Число пластичности, $I_p$		-	-	-	-	-		
Показатель текучести, $I_L$		-	-	-	-	-		
Коэффициент пористости, $e$		-	<b>0,635</b>	-	-	<b>0,635</b>		
Расчетное сопротивление $R_0$		<b>450 кПа</b>						

ИГЭ	Характеристика грунта		Лабораторные испытания	Статическое зондирование	Штампопытты	Таблицы СП 22.13330.2016	Рекомендуемые
4 Песок средней крупности, средней плотности, (f,lgQII)	Плотность грунта $\rho, \text{г/см}^3$	нормативное	-	<b>1,83/2,02</b>	-	-	<b>1,83/2,02</b>
		Расчетное по деформациям	-	-	-	-	<b>1,79/1,98</b>
		Расчетное по несущей способности	-	-	-	-	<b>1,76/1,94</b>
	Модуль деформации E, МПа	нормативное	<b>30*</b>	<b>28</b>	-	<b>32</b>	<b>28</b>
	Угол внутреннего трения $\varphi^\circ$	нормативное	<b>35*</b>	<b>33</b>	-	<b>36</b>	<b>33</b>
		Расчетное по деформациям	-	-	-	-	<b>32</b>
		Расчетное по несущей способности	-	-	-	-	<b>31</b>
	Удельное сцепление C, МПа	нормативное	<b>0,001*</b>	-	-	<b>0,001</b>	<b>0,001</b>
		Расчетное по деформациям	-	-	-	-	<b>0,001</b>
		Расчетное по несущей способности	-	-	-	-	<b>0,000</b>
	Влажность природная, W, %		<b>12,27</b>	-	-	-	<b>12,27</b>
	Число пластичности, I <sub>p</sub>		-	-	-	-	-
	Показатель текучести, I <sub>L</sub>		-	-	-	-	-
Коэффициент пористости, e		-	<b>0,630</b>	-	-	<b>0,630</b>	
Расчетное сопротивление R <sub>0</sub>		<b>450 кПа</b>					
5 Песок крупный, средней плотности, (f,lgQII)	Плотность грунта $\rho, \text{г/см}^3$	нормативное	-	<b>1,85/2,02</b>	-	-	<b>1,85/2,02</b>
		Расчетное по деформациям	-	-	-	-	<b>1,81/1,98</b>
		Расчетное по несущей способности	-	-	-	-	<b>1,78/1,94</b>
	Модуль деформации E, МПа	нормативное	<b>32*</b>	<b>29</b>	-	<b>33</b>	<b>29</b>
	Угол внутреннего трения $\varphi^\circ$	нормативное	<b>34*</b>	<b>34</b>	-	<b>39</b>	<b>34</b>
		Расчетное по деформациям	-	-	-	-	<b>33</b>
		Расчетное по несущей способности	-	-	-	-	<b>32</b>
	Удельное сцепление C, МПа	нормативное	<b>0,001*</b>	-	-	<b>0,001</b>	<b>0,001</b>
		Расчетное по деформациям	-	-	-	-	<b>0,001</b>
		Расчетное по несущей способности	-	-	-	-	<b>0,001</b>
	Влажность природная, W, %		<b>12,99</b>	-	-	-	<b>12,99</b>
	Число пластичности, I <sub>p</sub>		-	-	-	-	-
	Показатель текучести, I <sub>L</sub>		-	-	-	-	-
Коэффициент пористости, e		-	<b>0,620</b>	-	-	<b>0,620</b>	
Расчетное сопротивление R <sub>0</sub>		<b>500 кПа</b>					

ИГЭ	Характеристика грунта		Лабораторные испытания	Статическое зондирование	Штампоопыты	Таблицы СП 22.13330.2016	Рекомендуемые	
6 Глина полутвердая, средненабухающая, (J3)	Плотность грунта $\rho, \text{г/см}^3$	нормативное	<b>1,70</b>	-	-	-	<b>1,70</b>	
		Расчетное по деформациям	-	-	-	-	<b>1,70</b>	
		Расчетное по несущей способности	-	-	-	-	<b>1,69</b>	
	Модуль деформации E, МПа	нормативное	<b>16*</b>	-	-	<b>16</b>	<b>16</b>	
	Угол внутреннего трения $\varphi^\circ$	нормативное	<b>28*</b>	-	-	<b>14</b>	<b>28</b>	
		Расчетное по деформациям	-	-	-	-	<b>27</b>	
		Расчетное по несущей способности	-	-	-	-	<b>26</b>	
	Удельное сцепление C, МПа	нормативное	<b>0,039*</b>	-	-	<b>0,036</b>	<b>0,039</b>	
		Расчетное по деформациям	-	-	-	-	<b>0,035</b>	
		Расчетное по несущей способности	-	-	-	-	<b>0,033</b>	
	Влажность природная, W, %			<b>45,03</b>	-	-	-	<b>45,03</b>
	Число пластичности, I <sub>p</sub>			<b>41,59</b>	-	-	-	<b>41,59</b>
	Показатель текучести, I <sub>L</sub>			<b>0,12</b>	-	-	-	<b>0,12</b>
Коэффициент пористости, e			<b>1,345</b>	-	-	-	<b>1,345</b>	
Расчетное сопротивление R <sub>0</sub>			<b>230 кПа</b>					
7 Известняк средней прочности, (С3)	Плотность грунта $\rho, \text{г/см}^3$	нормативное	<b>2,40</b>	-	-	-	<b>2,40</b>	
		Расчетное по деформациям	-	-	-	-	<b>2,40</b>	
		Расчетное по несущей способности	-	-	-	-	<b>2,39</b>	
	Предел прочности на одноосное сжатие в водонасыщенном состоянии, МПа	нормативное	<b>37,69</b>	-	-	-	<b>37,69</b>	
		Расчетное по деформациям	-	-	-	-	<b>37,06</b>	
		Расчетное по несущей способности	-	-	-	-	<b>36,62</b>	
	Коэффициент пористости, e			<b>0,171</b>	-	-	-	<b>0,171</b>

**ПРИМЕЧАНИЯ:**

1. Рекомендуемые характеристики действительны для непромороженных грунтов, при условии сохранения их природной структуры и влажности. Промачивание и промораживание грунтов, а также наличие динамических воздействий ведет к ухудшению их физико-механических свойств.
2. Плотность песков ИГЭ №№ 3, 4, 5 получена расчетным способом (см. текст отчета).
3. Характеристики, приведенные в виде дроби для №№ 3, 4, 5, даны: в числителе - для естественно-влажного состояния, в знаменателе - для водонасыщенного.
4. Значения характеристик прочностных и деформационных свойств со знаком «\*» для ИГЭ №№ 3, 4, 5, 6 даны по результатам испытаний грунта методом трехосного сжатия.
5. Значения модуля деформации для ИГЭ № 2 даны по результатам испытания грунтов штампоопытами.
6. Расчетное сопротивление R<sub>0</sub> грунтов ИГЭ №№ 2, 3, 4, 5, 6 приведено согласно Приложению Г, ТСН 50-304-2001 г. Москвы (МГСН 2.07-01); для слоя № 1а согласно Приложению Б, СП 22.13330.2016.

При расчёте основания по 2 ГПС значения прочностных характеристик грунтов принимали с доверительной вероятностью, равной 0.95, а коэффициент надёжности по грунту к модулю деформации  $E$  принимали равным 1.1, в соответствии с [18].

Основанием под фундаментом является ИГЭ 2, ИГЭ 3.

### Расчётное сопротивление грунта основания ИГЭ 2

Расчёт выполнен в соответствии с п. 5.6.7. [9].

Расчётное сопротивление определим по формуле 5.7 [9].

Посадка расчётной модели здания на инженерный геолого-литологический разрез представлена на листе 01-1.

$R = \frac{\gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2}}{k} \cdot [M_{\gamma} \cdot k_z \cdot b \cdot \gamma_{II} + M_q \cdot d_1 \cdot \gamma'_{II} + (M_q - 1) \cdot d_b \cdot \gamma'_{II} + M_c \cdot c_{II}] = \quad 20.85 \text{ тс/м}^2$		
<b>где:</b>		
$\gamma_{c1}$	1.0	коэффициент условий работы, принимаемый по таблице 5.4 [9];
$\gamma_{c2}$	1.0	коэффициент условий работы, принимаемый по таблице 5.4 [9];
<b>k</b>	1.00	коэффициент, принимаемый равным единице, если прочностные характеристики грунта ( $\phi_{II}$ и $c_{II}$ ) определены непосредственными испытаниями  и $k = 1.1$ , если они приняты по таблицам приложения Б [3];
$\phi$	12.00	угол внутреннего трения грунта;
<b><math>M_{\gamma}</math></b>	0.23	коэффициент, принимаемый по таблице 5.5 [9];
<b><math>M_q</math></b>	1.94	коэффициент, принимаемый по таблице 5.5 [9];
<b><math>M_c</math></b>	4.42	коэффициент, принимаемый по таблице 5.5 [9];
<b><math>k_z</math></b>	1	коэффициент, принимаемый равным единице при $b < 10$ м;  $k_z = z_0 / b + 0.2$ при $b > 10$ м (здесь $z_0 = 8$ м);
<b>b</b>	1.20	ширина подошвы фундамента, м (при бетонной или щебеночной подготовке  толщиной $h_n$ допускается увеличивать $b$ на $2h_n$ );
$\gamma_{II}$	2.01	осредненное (см. 5.6.10) расчетное значение удельного веса грунтов, залегающих ниже подошвы фундамента (при наличии подземных вод определяется с учетом взвешивающего действия воды), тс/м <sup>3</sup> ;
$\gamma'_{II}$	1.71	осредненное (см. 5.6.10) расчетное значение удельного веса грунтов, залегающих выше подошвы фундамента; тс/м <sup>3</sup> ;

<b>c<sub>II</sub></b>	1.7	расчетное значение удельного сцепления грунта, залегающего непосредственно под подошвой фундамента, тс/м <sup>2</sup> ;
<b>d<sub>I</sub></b>	1.7	<b>глубина заложения фундаментов, м:</b> 1). в бесподвальных сооружениях от уровня планировки; 2). в сооружениях с подвалами приведенная глубина заложения наружных и внутренних фундаментов от пола подвала, определяемая по формуле (5.8). 3). При плитных фундаментах за d <sub>I</sub> принимают наименьшую глубину от подошвы плиты до уровня планировки;
<b>d<sub>I</sub></b>	0.00*	d <sub>I</sub> = h <sub>s</sub> + (h <sub>cf</sub> · γ <sub>cf</sub> /γ' <sub>II</sub> ) - формула (5.8) [9]
<b>h<sub>s</sub></b>	0.00*	толщина слоя грунта выше подошвы фундамента со стороны подвала, м;
<b>h<sub>cf</sub></b>	0.00*	толщина конструкции пола подвала, м;
<b>γ<sub>cf</sub></b>	0.00*	расчетное значение удельного веса конструкции пола подвала, тс/м <sup>3</sup> ;
<b>d<sub>b</sub></b>	0.00*	глубина подвала, расстояние от уровня планировки до пола подвала, м (для сооружений с подвалом глубиной свыше 2 м принимают равным 2 м);
<b>Примечание:</b> * - Здания без подвала.		

Для Блока В, С, D

$R = \frac{\gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2}}{k} \cdot [M_{\gamma} \cdot k_z \cdot b \cdot \gamma_{II} + M_q \cdot d_1 \cdot \gamma'_{II} + (M_q - 1) \cdot d_b \cdot \gamma'_{II} + M_c \cdot c_{II}] = 21.84 \text{ тс/м}^2$		
<b>где:</b>		
<b>γ<sub>c1</sub></b>	1.0	коэффициент условий работы, принимаемый по таблице 5.4 [9];
<b>γ<sub>c2</sub></b>	1.0	коэффициент условий работы, принимаемый по таблице 5.4 [9];
<b>k</b>	1.00	коэффициент, принимаемый равным единице, если прочностные характеристики грунта (φ <sub>II</sub> и c <sub>II</sub> ) определены непосредственными испытаниями

		и $k = 1.1$ , если они приняты по таблицам приложения Б [3];
$\varphi$	12.00	угол внутреннего трения грунта;
$M\gamma$	0.23	коэффициент, принимаемый по таблице 5.5 [9];
$Mq$	1.94	коэффициент, принимаемый по таблице 5.5 [9];
$Mc$	4.42	коэффициент, принимаемый по таблице 5.5 [9];
$k_z$	1	коэффициент, принимаемый равным единице при $b < 10$ м; $k_z = z_0 / b + 0.2$ при $b > 10$ м (здесь $z_0 = 8$ м);
$b$	1.20	ширина подошвы фундамента, м (при бетонной или щебеночной подготовке толщиной $h_n$ допускается увеличивать $b$ на $2h_n$ );
$\gamma_{II}$	2.01	осредненное (см. 5.6.10) расчетное значение удельного веса грунтов, залегающих ниже подошвы фундамента (при наличии подземных вод определяется с учетом взвешивающего действия воды), тс/м <sup>3</sup> ;
$\gamma'_{II}$	1.71	осредненное (см. 5.6.10) расчетное значение удельного веса грунтов, залегающих выше подошвы фундамента; тс/м <sup>3</sup> ;
$c_{II}$	1.7	расчетное значение удельного сцепления грунта, залегающего непосредственно под подошвой фундамента, тс/м <sup>2</sup> ;
$d_1$	2	<b>глубина заложения фундамента, м:</b> 1). в бесподвальных сооружениях от уровня планировки; 2). в сооружениях с подвалами приведенная глубина заложения наружных и внутренних фундамента от пола подвала, определяемая по формуле (5.8). 3). При плитных фундаментах за $d_1$ принимают наименьшую глубину от подошвы плиты до уровня планировки;
$d_1$	0.00*	$d_1 = h_s + (h_{cf} \cdot \gamma_{cf} / \gamma'_{II})$ - формула (5.8) [9]
$h_s$	0.00*	толщина слоя грунта выше подошвы фундамента со стороны подвала, м;
$h_{cf}$	0.00*	толщина конструкции пола подвала, м;
$\gamma_{cf}$	0.00*	расчетное значение удельного веса конструкции пола подвала, тс/м <sup>3</sup> ;

<b>d<sub>b</sub></b>	0.00*	глубина подвала, расстояние от уровня планировки до пола подвала, м (для сооружений с подвалом глубиной свыше 2 м принимают равным 2 м);
<b>Примечание:</b>		
* - Здания без подвала.		

### Расчётное сопротивление грунта основания ИГЭ 3

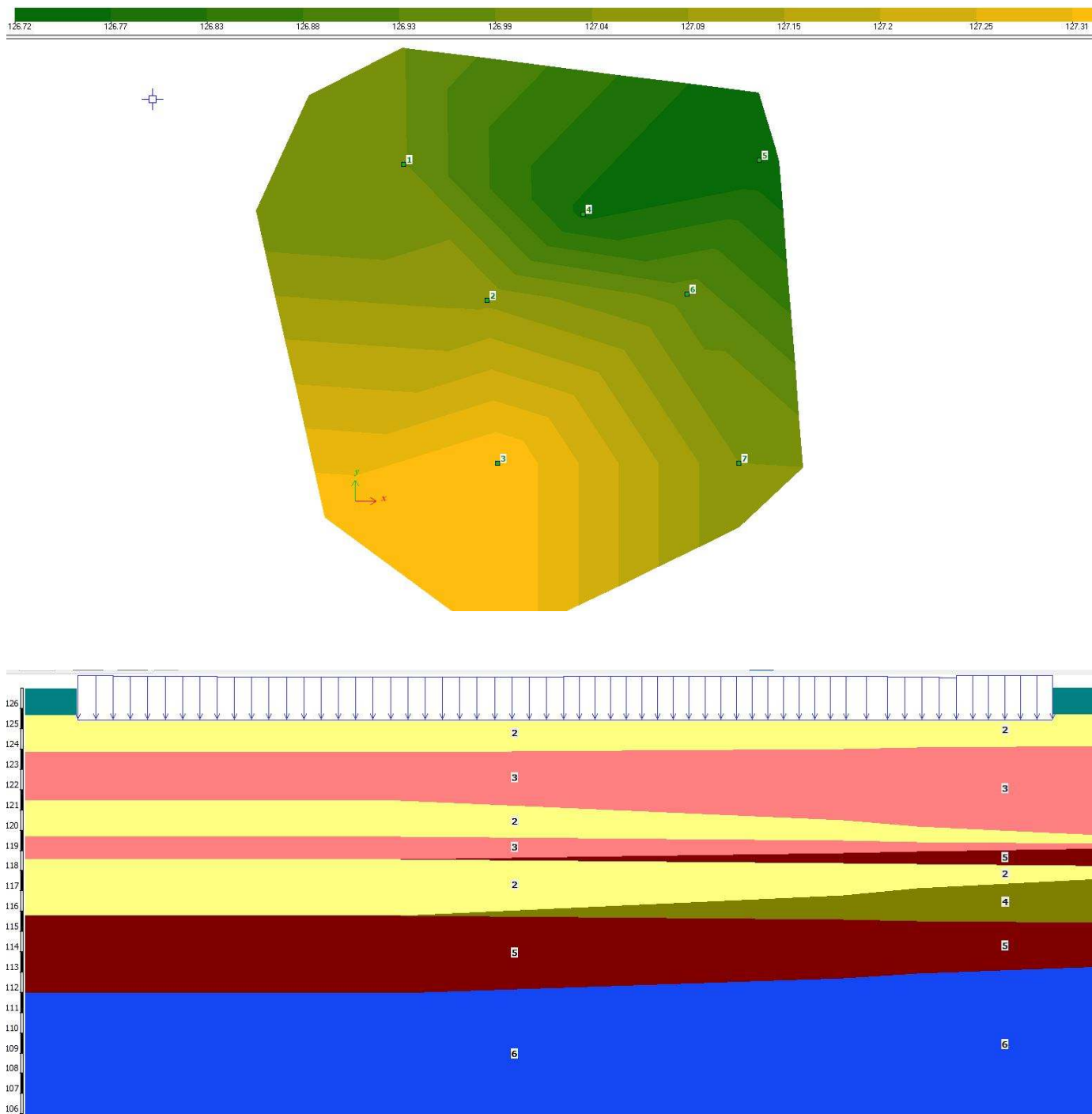
Расчёт выполнен в соответствии с п. 5.6.7. [9].

Посадка расчётной модели здания на инженерный геолого-литологический разрез представлена на рис.1.1.

$R = \frac{\gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2}}{k} \cdot [M_{\gamma} \cdot k_z \cdot b \cdot \gamma_{II} + M_q \cdot d_1 \cdot \gamma'_{II} + (M_q - 1) \cdot d_b \cdot \gamma'_{II} + M_c \cdot c_{II}] = 42.7 \text{ тс/м}^2$		
<b>где:</b>		
<b>γ<sub>c1</sub></b>	1.4	коэффициент условий работы, принимаемый по таблице 5.4 [9];
<b>γ<sub>c2</sub></b>	1.3	коэффициент условий работы, принимаемый по таблице 5.4 [9];
<b>k</b>	1.00	коэффициент, принимаемый равным единице, если прочностные характеристики грунта (φ <sub>II</sub> и c <sub>II</sub> ) определены непосредственными испытаниями  и k= 1.1, если они приняты по таблицам приложения Б [9];
<b>φ</b>	33.00	угол внутреннего трения грунта;
<b>M<sub>γ</sub></b>	1.44	коэффициент, принимаемый по таблице 5.5 [9];
<b>M<sub>q</sub></b>	6.76	коэффициент, принимаемый по таблице 5.5 [9];
<b>M<sub>c</sub></b>	8.8	коэффициент, принимаемый по таблице 5.5 [9];
<b>k<sub>z</sub></b>	1.0	коэффициент, принимаемый равным единице при b < 10 м; k <sub>z</sub> = z <sub>0</sub> / b + 0.2 при b > 10 м (здесь z <sub>0</sub> = 8 м);
<b>b</b>	1.0	ширина подошвы фундамента, м (при бетонной или щебеночной подготовке  толщиной h <sub>n</sub> допускается увеличивать b на 2h <sub>n</sub> );
<b>γ<sub>II</sub></b>	2.02	осредненное (см. 5.6.10) расчетное значение удельного веса грунтов, залегающих ниже подошвы фундамента (при наличии подземных вод определяется с учетом взвешивающего действия воды), тс/м <sup>3</sup> ;

$\gamma'_{II}$	1.71	осредненное (см. 5.6.10) расчетное значение удельного веса грунтов, залегающих выше подошвы фундамента; тс/м <sup>3</sup> ;
$c_{II}$	0.102	расчетное значение удельного сцепления грунта, залегающего непосредственно под подошвой фундамента, тс/м <sup>2</sup> ;
$d_1$	1.7	<b>глубина заложения фундамента, м:</b> 1). в бесподвальных сооружениях от уровня планировки; 2). в сооружениях с подвалами приведенная глубина заложения наружных и внутренних фундамента от пола подвала, определяемая по формуле (5.8). 3). При плитных фундаментах за $d_1$ принимают наименьшую глубину от подошвы плиты до уровня планировки;
$d_1$	0.00*	$d_1 = h_s + (h_{cf} \cdot \gamma_{cf} / \gamma'_{II})$ - формула (5.8) [9]
$h_s$	0.00*	толщина слоя грунта выше подошвы фундамента со стороны подвала, м;
$h_{cf}$	0.00*	толщина конструкции пола подвала, м;
$\gamma_{cf}$	0.00*	расчетное значение удельного веса конструкции пола подвала, тс/м <sup>3</sup> ;
$d_b$	0.00*	глубина подвала, расстояние от уровня планировки до пола подвала, м (для сооружений с подвалом глубиной свыше 2 м принимают равным 2 м);





**Рис. 1.1. Посадка расчётной модели корпуса А на геологическую модель  
грунтапостроенную в модуле «Грунт» ПК Лира-Сапр 2017 R2.**

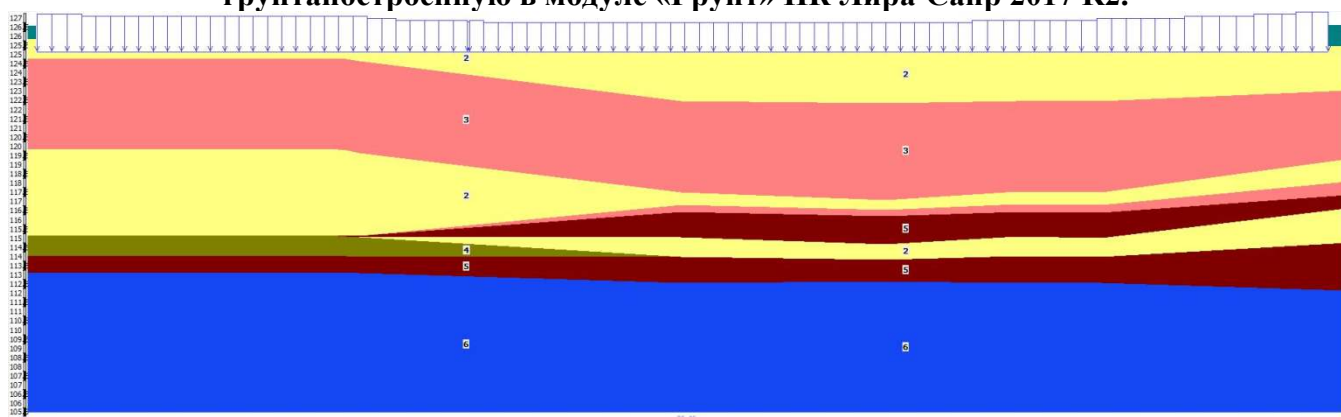


Рис. 1.2. Посадка расчётной модели корпуса В на геологическую модель грунтопостроенную в модуле «Грунт» ПК Ли́ра-Сапр 2017 R2.

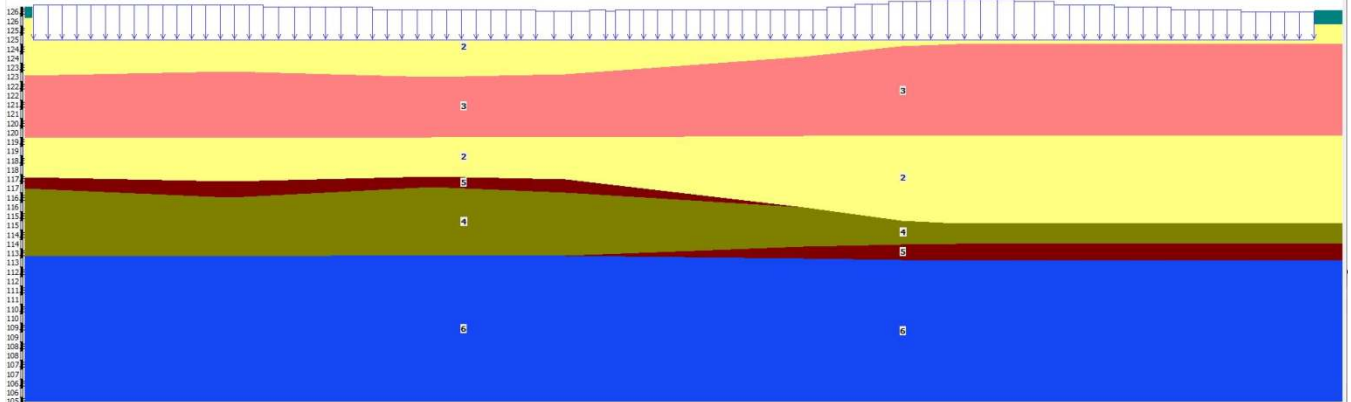


Рис. 1.3. Посадка расчётной модели корпуса С на геологическую модель грунтопостроенную в модуле «Грунт» ПК Ли́ра-Сапр 2017 R2.

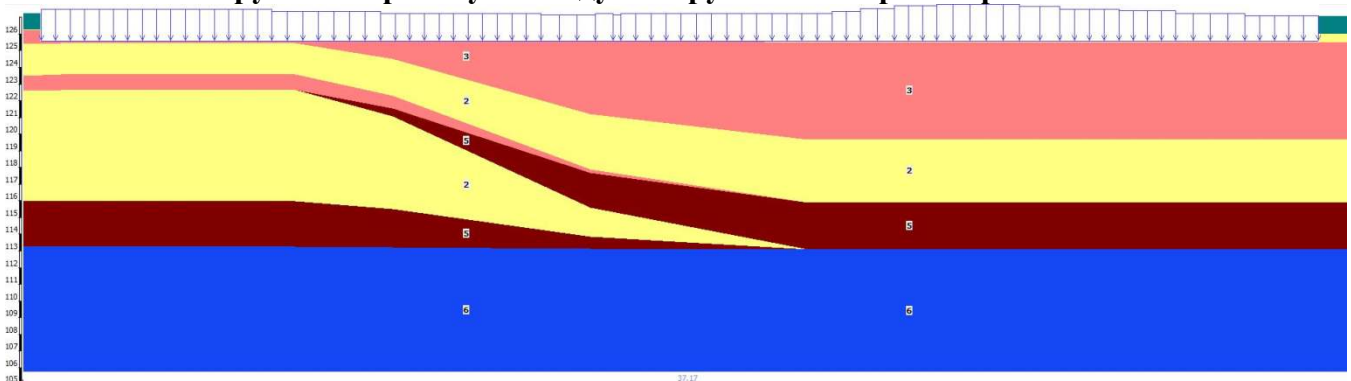


Рис. 1.4. Посадка расчётной модели корпуса Д на геологическую модель грунтопостроенную в модуле «Грунт» ПК Ли́ра-Сапр 2017 R2

1	А	В	С	Д	Е	Ф	Г	Н	І	Ј	К	Л	М	Н	О
2	№	Усл.	Наименование	Цвет	Модуль	Козф-	Удель-	Козфици-	Природ-	Показа-	Вода	Козфици-	Удельное	Угол	Предельное
3	ИГЭ	обозн.	грунта		дефор-	фици-	ный	ент пере-	ная	тель	Лёсс	циент	сцепление	внутрен-	напряжения
4					мации,	ент	вес	хода ко 2	влаж-	теку-		пористос-	Рс,	него	растяжения
5					т/м**2	Пуас-	грунта,	модулю де-	ность,	чести		е	т/м**2	трения	Rs,
6						сона	т/м**3	формации	доли	IL				Fi, °	
6	1		Насыпной		300	0.3	1.8	5	0.05	0.2		0.7	0.5	16	0.002
7	2		Суглинок мягкол		830	0.35	1.97	5	0.23	0.6		0.699	1.7	12	0.05
8	3		Песок средней к		3200	0.3	1.77	5	0.09	0		0.635	0.1	34	0.002
9	4		Песок средней к		3000	0.3	1.83	5	0.12	0		0.63	0.1	35	0.002
10	5		Песок крупный с		3200	0.3	1.85	5	0.13	0		0.62	0.1	34	0.002
11	6		Глина полутверд		1600	0.32	1.7	5	0.45	0.12		1.345	3.9	28	0.1
12	7		Известняк		1000000	0.27	2.1	5	0.6	0		0.7	10	10	5

Примечания: значения Rс, Fi, Rз в расчете коэффициентов постели С1, С2 не используются, но задаются для последующего экспорта в жесткости ЛИРА-САПР. Значения IL и К используются для расчета жесткости свай (КЗ 57)

Рис. 1.5. Заданные характеристики ИГЭ.

## 1.2. Нагрузки действующие на здание

При расчёте нагрузок на конструктивные элементы здания учитывали раздел АР и требования [7]. Все нагрузки посчитаны с учетом коэффициента надежности по ответственности сооружения, равным  $\gamma_n = 1.0$ .

При расчёте здания учитывали постоянные и временные (длительные, кратковременные и особые) нагрузки.

К постоянным нагрузкам относили собственный вес конструкций, конструкции пола, покрытия, вес перегородок.

К кратковременным нагрузкам относили полные значения равномерно распределённых нагрузок, принятые в зависимости от назначения помещений согласно [6], снеговые нагрузки. Ветровые нагрузки не учитывались в связи с малой этажностью зданий, жесткой конструктивной схемой и незначительностью их влияния на напряженно-деформационную модель здания.

К временным длительным нагрузкам относили пониженные значения равномерно распределённых нагрузок, принятые в зависимости от назначения помещений согласно [7].

### 1.2.1. Сбор нагрузок на перекрытия и покрытие

#### Нагрузки, действующие на ж.б. плиту покрытия Блок А

Наименование нагрузок	Нормативная нагрузка - $g^n$ , тс/м <sup>2</sup>	Коэффициент надёжности по нагрузке - $\gamma_f$	Коэффициент надёжности по ответственности - $\gamma_n$	Расчётная нагрузка - $g^p$ , тс/м <sup>2</sup>
<b>1. Постоянные нагрузки</b>				
Плита перекрытия* $\delta=0,2\text{м}; \gamma=2,5 \text{ т/м}^3$	0.5	1.1	1.0	0.55
Пароизоляция	0.001	1.3	1.0	0.0013
Керамзитовый гравий для уклона $\delta=0,15\text{м}; \gamma=1,0 \text{ т/м}^3$	0.15	1.3	1.0	0.195
Стяжка ц/п р-р $\delta=0,05\text{м}; \gamma=2,0 \text{ т/м}^3$	0.1	1.3	1.0	0.13
Техноэласт ЭПП	0.005	1.3	1.0	0.0065
Техноэласт Грин ЭПП	0.005	1.3	1.0	0.0065
Геотекстиль	0.0003	1.3	1.0	0.00039
Экструдированный пенополистирол $\delta=0,2\text{м}; \gamma=0,040 \text{ т/м}^3$	0.008	1.3	1.0	0,0104
Геотекстильтермо	0.00015	1.3	1.0	0.000195
Мембрана PLANTER-life	0,001	1.3	1.0	0.0013
Геотекстильтермо	0.00015	1.3	1.0	0.000195
Легкий торфяной грунт с учетом полива $\delta=0,2\text{м}; \gamma=0,55 \text{ т/м}^3$	0.11	1.15	1.0	0.1265
Рулонный газон 40 мм с учетом полива $\delta=0,04\text{м}; \gamma=1,1 \text{ т/м}^3$	0.044	1.3	1.0	0.0572
<b>Всего:</b>	<b>0.924</b>		<b>1.16</b>	<b>1.0855</b>
<b>2. Временные нагрузки</b>				
<b>Снеговая нагрузка</b>	<b>0.148</b>		<b>1.4</b>	<b>0.207</b>

\* - Собственный вес конструкций учитывается программой (МПК «ЛИРА-САПР») автоматически, на основании заданных геометрических параметров конструкций и объемной массы материалов, заданных для каждого вида конструкций.

### Нагрузки, действующие на ж.б. плиту покрытия Блок В, С, Д

Наименование нагрузок	Нормативная нагрузка - $g^n$ , тс/м <sup>2</sup>	Коэффициент надёжности по нагрузке - $\gamma_f$	Коэффициент надёжности по ответственности - $\gamma_n$	Расчётная нагрузка - $g^p$ , тс/м <sup>2</sup>
<b>1. Постоянные нагрузки</b>				
Плита перекрытия* $\delta=0,2\text{м}; \gamma=2,5 \text{ т/м}^3$	0.5	1.1	1.0	0.55
Пароизоляция	0.001	1.3	1.0	0.0013
Экструдированный пенополистирол $\delta=0,2\text{м}; \gamma=0,040 \text{ т/м}^3$	0.008	1.3	1.0	0,0104
Керамзитовый гравий для уклона $\delta=0,18\text{м}; \gamma=1,0 \text{ т/м}^3$	0.18	1.3	1.0	0.234
Стяжка ц/п р-р $\delta=0,05\text{м}; \gamma=2,0 \text{ т/м}^3$	0.1	1.3	1.0	0.13
Грунтовка	0.005	1.3	1.0	0.0065
Унифлекс ВЕНТ	0.003	1.3	1.0	0.0039
Техноэласт Грин ЭПП	0.005	1.3	1.0	0.0065
<b>Всего:</b>	<b>0.802</b>		<b>1.16</b>	<b>0,943</b>
<b>2. Временные нагрузки</b>				
<b>Снеговая нагрузка</b>	<b>0.148</b>		<b>1.4</b>	<b>0.207</b>

\* - Собственный вес конструкций учитывается программой (МПК «ЛИРА-САПР») автоматически, на основании заданных геометрических параметров конструкций и объемной массы материалов, заданных для каждого вида конструкций.

### Нагрузки, действующие на ж.б. плиты перекрытия Блока А

Наименование нагрузок	Нормативная нагрузка - $g^n$ , тс/м <sup>2</sup>	Коэффициент надёжности по нагрузке - $\gamma_f$	Коэффициент надёжности по ответственности - $\gamma_n$	Расчётная нагрузка - $g^p$ , тс/м <sup>2</sup>
<b>1. Постоянные нагрузки</b>				
Плита перекрытия* $\delta=0,2\text{м}; \gamma=2,5 \text{ т/м}^3$	0.5	1.1	1.0	0.55
Конструкция пола $\delta_{ср}=0,1\text{м}; \gamma=1,8 \text{ т/м}^3$	0.18	1.3	1.0	0.234
Перегородки	0.2	1.3	1.0	0.26
<b>Всего:</b>	<b>0.844</b>		<b>1.2</b>	<b>0.997</b>
<b>2. Временные нагрузки</b>				
<b>Временная нагрузка</b>	<b>0.2</b>		<b>1.3</b>	<b>0.26</b>

\* - Собственный вес конструкций учитывается программой (МПК «ЛИРА-САПР») автоматически, на основании заданных геометрических параметров конструкций и объемной массы материалов, заданных для каждого вида конструкций.

### Нагрузки, действующие на ж.б. плиты перекрытия БлокВ, С, Д

Наименование нагрузок	Нормативная нагрузка - $g^n$ , тс/м <sup>2</sup>	Коэффициент надёжности по нагрузке - $\gamma_f$	Коэффициент надёжности по ответственности - $\gamma_n$	Расчётная нагрузка - $g^p$ , тс/м <sup>2</sup>
<b>1. Постоянные нагрузки</b>				
Плита перекрытия* $\delta=0,2\text{м}; \gamma=2,5 \text{ т/м}^3$	0.5	1.1	1.0	0.55
Конструкция пола $\delta_{ср}=0,1\text{м}; \gamma=1,8 \text{ т/м}^3$	0.18	1.3	1.0	0.234

Перегородки	0.2	1.3	1.0	0.26
<b>Всего:</b>	<b>0.844</b>	<b>1.2</b>		<b>0.998</b>
<b>2. Временные нагрузки</b>				
<b>Временная нагрузка</b>	<b>0.2</b>	<b>1.3</b>		<b>0.26</b>

\* - Собственный вес конструкций учитывается программой (МПК «ЛИРА-САПР») автоматически, на основании заданных геометрических параметров конструкций и объемной массы материалов, заданных для каждого вида конструкций.

### Нагрузки, действующие на ж.б. плиты лестницы БлокА, В, С, Д

Наименование нагрузок	Нормативная нагрузка - $g^n$ , тс/м <sup>2</sup>	Коэффициент надёжности по нагрузке - $\gamma_f$	Коэффициент надёжности по ответственности - $\gamma_n$	Расчётная нагрузка - $g^p$ , тс/м <sup>2</sup>
<b>1. Постоянные нагрузки</b>				
Плита перекрытия* $\delta=0,25\text{м}; \gamma=2,5 \text{ т/м}^3$	0.625	1.1	1.0	0.69
Конструкция пола $\delta_{\text{ср}}=0,08\text{м}; \gamma=1,8 \text{ т/м}^3$	0.144	1.3	1.0	0.188
Перегородки	0.2	1.3	1.0	0.26
<b>Всего:</b>	<b>0.969</b>	<b>1.2</b>		<b>1.138</b>
<b>2. Временные нагрузки</b>				
<b>Временная нагрузка</b>	<b>0.3</b>	<b>1.3</b>		<b>0.39</b>

\* - Собственный вес конструкций учитывается программой (МПК «ЛИРА-САПР») автоматически, на основании заданных геометрических параметров конструкций и объемной массы материалов, заданных для каждого вида конструкций.

### Нагрузки, действующие на ж.б. плиты коридоры БлокА, В, С, Д

Наименование нагрузок	Нормативная нагрузка - $g^n$ , тс/м <sup>2</sup>	Коэффициент надёжности по нагрузке - $\gamma_f$	Коэффициент надёжности по ответственности - $\gamma_n$	Расчётная нагрузка - $g^p$ , тс/м <sup>2</sup>
<b>1. Постоянные нагрузки</b>				
Плита перекрытия* $\delta=0,20\text{м}; \gamma=2,5 \text{ т/м}^3$	0.5	1.1	1.0	0.55
Конструкция пола $\delta_{\text{ср}}=0,1\text{м}; \gamma=1,8 \text{ т/м}^3$	0.18	1.3	1.0	0.234
Перегородки	0.2	1.3	1.0	0.26
<b>Всего:</b>	<b>0.844</b>	<b>1.2</b>		<b>0.998</b>
<b>2. Временные нагрузки</b>				
<b>Временная нагрузка</b>	<b>0.3</b>	<b>1.3</b>		<b>0.39</b>

\* - Собственный вес конструкций учитывается программой (МПК «ЛИРА-САПР») автоматически, на основании заданных геометрических параметров конструкций и объемной массы материалов, заданных для каждого вида конструкций.

### Нагрузки, действующие на торец плит перекрытий БлокА, В, С, Д

Наименование нагрузок	Нормативная нагрузка - $g^n$ , тс/м <sup>2</sup>	Коэффициент надёжности по нагрузке - $\gamma_f$	Коэффициент надёжности по ответственности - $\gamma_n$	Расчётная нагрузка - $g^p$ , тс/м <sup>2</sup>
<b>1. Постоянные нагрузки</b>				
Утеплитель $\delta=0,12\text{м}; \gamma=0,05 \text{ т/м}^3$	0.006	1.3	1.0	0.0078
Утеплитель $\delta=0,05\text{м}; \gamma=0,09 \text{ т/м}^3$	0.0045	1.3	1.0	0.0585
Система фасадная с облицовкой камнем	0.55	1.05	1.0	0.605
<b>Всего:</b>	<b>0.561</b>	<b>1.15</b>		<b>0.671</b>

**Нагрузки, действующие на ж.б. плиту перекрытия**  
**/зоны входов и лестниц/**

Наименование нагрузок	Нормативная нагрузка - $g^n$ , тс/м <sup>2</sup>	Коэффициент надёжности по нагрузке - $\gamma_f$	Коэффициент надёжности по ответственности - $\gamma_n$	Расчётная нагрузка - $g^p$ , тс/м <sup>2</sup>
<b>1. Постоянные нагрузки</b>				
Плита перекрытия* $\delta=0,25\text{м}; \gamma=2,5 \text{ т/м}^3$	0.625	1.1	1.0	0.69
Конструкция пола $\delta=0,1\text{м}; \gamma=1,8 \text{ т/м}^3$	0.18	1.3	1.0	0.234
Подвесное оборудование	0.050	1.3	1.0	0.065
<b>Всего:</b>	<b>0.855</b>		<b>1.17</b>	<b>0.989</b>
<b>2. Временные нагрузки</b>				
Временная нагрузка	0.500	1.2	1.0	0.6

**1.2.2. Снеговая нагрузка. Расчёт нагрузки от снеговых «мешков».**

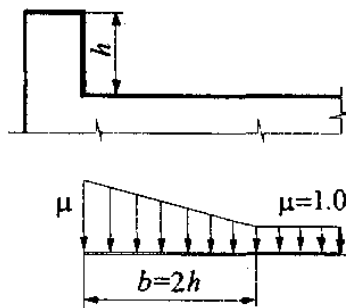
Расчётное значение веса снегового покрова для III района, на горизонтальном участке:

$$S^p = S_g \cdot \mu \cdot \gamma_f \cdot \gamma_n = 0.15 \cdot 1.0 \cdot 1.4 \cdot 1.0 = 0.21 \text{ тс/м}^2$$

Нормативное значение веса снегового покрова для III района и города Москва:

$$S_0 = 1,5 \text{ кПа} = 0,148 \text{ тс/м}^2, \text{ по приложению К [6].}$$

Согласно приложению Г [7], требуется учитывать образование снеговых «мешков» на кровле вдоль парапетов, на участке шириной -  $2h$ , см. рис. 1.9.



**Рис. 1.6** Схема учёта нагрузки от снеговых «мешков».

Расчёт снеговой нагрузки на покрытие принята с у парапетов:

**При высоте парапета 0.3-0.6 м**

$$h = 0,6 \text{ м} < \frac{S_0}{2} = \frac{0.145 \text{ кПа}}{2} = 0.63 \text{ м}$$

– снеговые «мешки» можно не учитывать.

**Расчётная снеговая нагрузка на участках с большим перепадом высоты**

На участках с большим перепадом высоты снеговую нагрузку определяем согласно приложению Г8 [7].

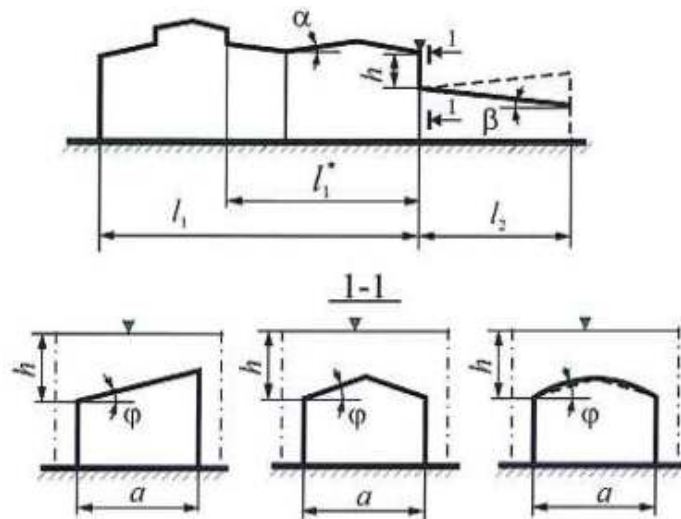


Рис. 1.7 Схема перепадов высоты здания

**Расчётная снеговая нагрузка на участках покрытия примыкающих к выступающим надстройкам кровли**

Расчётное значение  $\mu$  перепада равно:

$$\mu = 1 + \frac{1}{h} \cdot (m_1 \cdot l'_1 + m_2 \cdot l'_2) = 1 + \frac{1}{2.2} (0 \cdot 7.5 + 0.4 \cdot 8.0) = 2.45$$

$$\mu = 2.45 < \frac{2 \cdot 2.2}{S_0} = \frac{4.4}{1.26} = 3.49 \text{ – требование выполняется;}$$

$$\mu = 2.45 < 4 \text{ – требование выполняется;}$$

где:

$m_1 = 0$  - т.к. на верхнем покрытии имеется парапет высотой более 1.0 м;

$m_2 = 0.4$  - для плоских покрытий с  $\alpha \leq 20^\circ$ ;

$h = 2.2$  м – высота перепада;

$l'_1 = 7.5$  м;

$l'_2 = 8.0$  м;

Ширину приложения нагрузки принимаем:

$$b = 2 \cdot h = 2 \cdot 2.2 = 4.4 \text{ м;}$$

Расчётная снеговая нагрузка у перепада с учетом снеговых мешков:

$$S^p = S_0 \cdot \mu \cdot \gamma_f \cdot \gamma_n = 0.148 \cdot 2.45 \cdot 1.4 \cdot 1.0 = 0.497 \text{ тс/м}^2$$

## 2. ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗДАНИЯ

### 2.1. Объёмно-планировочная характеристика зданий

Территория участка реконструкции площадью 0,8631 га ( $\pm 33 \text{ м}^2$ ) - ГПЗУ №RU77-183000-021027 - расположена в Западном Административном Округе г. Москвы, по адресу г. Москва, внутригородское муниципальное образование Раменки, МЖД, Киевское шоссе, 5-й км, вл. 7Б и ограничена:

с северо-востока – территорией гаражного массива;

с юго-востока – ул. Минской;

с юго-запада – границей территории градостроительного комплекса (р. Сетунь);

с северо-запада – свободная от застройки озелененная территория.

Участок трапециевидной формы в плане: меньшее основание – вдоль ул. Минская, большее – с северной стороны. Восточная граница – перпендикулярно ул. Минская, западная – под углом  $65^\circ$ .

В настоящее время на земельном участке расположено пять нежилых строений, подлежащих реконструкции. Инженерные коммуникации, расположенные на участке недействующие или демонтируются. Имеются дорожные покрытия.

Рельеф участка полого-волнистый с перепадом высот от 125,57 м до 128,02 м с уклоном с севера на юг.

На участке проектом предусмотрена реконструкция:

- одного 2-х этажного прямоугольного в плане административного корпуса гостиницы (поз. по генплану 1) размером в осях («1-8»/ «А-Б») 29,845x7,05 м; трех 3-х этажных прямоугольных в плане корпусов апартаментов (поз. по генплану 2, 3, 4) размером в осях ("1-7"/"А-Е") 34,60x16,30 м; и здания инженерного сооружения (ЦТП) прямоугольного в плане (поз. по генплану б) размером в плане 5,70x5,70 м (в осях 5,0x5,0 м) и сооружения РП (поз. по ГП 5). Расположение зданий – существующее: Блок А (поз. 1 по генплану) - под углом  $82^\circ$  к ул. Минской, Блок В и Блок С – параллельно северной границе участка, Блок Д – параллельно западной границе участка (под углом  $61^\circ$  к блокам В и С).

## **2.2. Конструктивная характеристика зданий**

Строительная система жилого комплекса принята из монолитного железобетона, как наиболее технологичная для данного объекта.

Конструктивная система жилого комплекса выполнена колонно-стеновой (смешанной), т.е. основными вертикальными несущими элементами здания являются колонны, пилоны и стены (поперечные, продольные и ядра жёсткости).

Проектом предусмотрено устройство монолитных железобетонных фундаментов.

Пространственная жесткость и устойчивость зданий, при воздействии горизонтальных и вертикальных нагрузок, обеспечена за счёт совместной работы колонн, пилонов и стен (отдельных стен и стен объединённых в ядра жёсткости лестничных блоков) и монолитных дисков перекрытий.

Все несущие конструкции здания запроектированы из монолитного железобетона в связи с чем узлы сопряжения всех несущих элементов между собой являются жёсткими.

***Основными несущими конструкциями здания являются:***

- плитные фундаменты;
- Плиты перекрытия, покрытия, балки;
- Стены, колонны, пилоны;



### ***Описание подземных конструкций***

Фундаментная плита принята толщиной: 300 мм (отметка низа -1.550), из бетона класса В25 W6 F150 и армирована арматурой класса А500С и А240.

Основанием являются ИГЭ-2 (Суглинки светло-коричневые, мягкопластичные, с прослоями песка мелкого и суглинка тугопластичного, обводнены по прослоям песка мелкого, физико-механические характеристики см. табл,1.

Под подошвой предусмотрена неармированная бетонная подготовка из бетона класса В10 толщиной 100 мм.

Наружные стены цокольной части приняты из монолитного железобетона толщиной 300 мм, выполняются из бетона класса В25 W6 F150, армирование выполняется арматурой класса А500С и А240. Вертикальная гидроизоляция наружных стен выполняется из мастик на основе битума.

Внутренние стены приняты из монолитного железобетона, толщиной 300 мм. Стены выполняются из бетона В25 W6 F150 и армированы арматурой А500С и А240.

### ***Описание надземных конструкций***

Конструкции надземной части здания приняты из монолитного железобетона.

Стены приняты толщиной 200мм и армированы арматурой класса А500С и А240.

Колонны блока А приняты толщиной 540х300 мм, 440х300 мм и диам. 300 мм и армированы арматурой класса А500С и А240.

Колонны блоков В, С, Д приняты толщиной 645х300 мм и армированы арматурой класса А500С и А240.

Вертикальные несущие конструкции приняты из бетона класса– В25 W4 F150;

Плиты перекрытий и покрытий приняты безбалочные из монолитного железобетона. Толщина плит перекрытий принята 200 мм. Плиты выполняются из бетона класса В25 W4 F150 и армированы арматурой класса А500С и А240.

По периметру плит покрытия предусмотрен монолитный ж.б. парапет 200 мм.

Армирование плит перекрытия и покрытия выполняется отдельными арматурными стержнями и состоит из двух фоновых сеток армирования: нижней и верхней, с устройством усиления нижней сетки отдельными арматурными стержнями в пролетной зоне, а верхней сетки – на опоре.

Лестничные площадки и марши выполняют из монолитного железобетона класса В25 W4 F150.

### 3. ХАРАКТЕРИСТИКИ РАСЧЁТНОЙ МОДЕЛИ ЗДАНИЯ

#### 3.1. Описание методики численного моделирования

Расчет несущих элементов здания выполнен в МПК «ЛИРА-САПР» версии 2017R2.

Многофункциональный программный комплекс «ЛИРА-САПР» предназначен для проектирования и расчета, как отдельных строительных конструкций различного назначения, так зданий и сооружений в целом. Расчет выполняется на статические (силовые и деформационные) и динамические воздействия. Выполняется подбор или проверка сечений стальных и железобетонных конструкций по I и II группе предельных состояний.

МПК «ЛИРА-САПР» имеет сертификат соответствия РОСС RU.СП15.Н00912 от 25.04.2016.

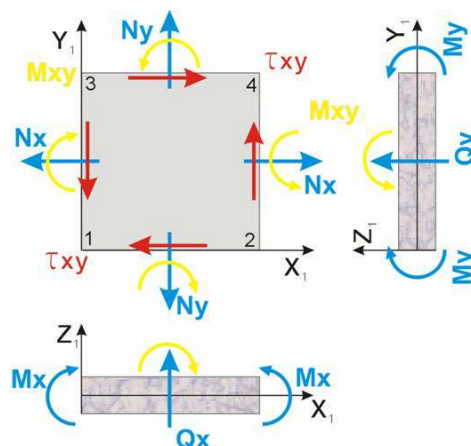
В основе статического расчетного процессора МПК «ЛИРА-САПР» лежит метод конечных элементов на основе перемещений, реализующий быстродействующие алгоритмы составления и решения систем уравнений с порядком до нескольких миллионов неизвестных. Проверка и подбор железобетонных и стальных сечений выполняется на основе РСУ или РСН в специальных модулях, которые реализуют алгоритмы заложенные в действующих нормах проектирования.

В базе МПК «ЛИРА-САПР» имеется большая библиотека конечных элементов предназначенных для численного моделирования широкого спектра различных конструкций зданий и сооружений.

При создании расчётной модели здания были использованы жесткостные и геометрические характеристики конструкций, принятые в соответствии с рекомендациями норм проектирования и по результатам предварительных упрощённых ручных расчётов.

При расчёте аэровокзала рассматривали пространственную (6 степеней свободы) работу системы основание – здание, при воздействии основных сочетаний нагрузок и аварийных ситуаций.

Фундаментная плита, стены и плиты перекрытия здания моделировали – четырёхузловыми или трёхузловыми КЭ. Тип КЭ44 – универсальный четырёхугольный КЭ оболочки. Тип КЭ42 – универсальный трёхугольный КЭ оболочки, см. рис 3.1. Данные КЭ предназначены для прочностного и деформационного расчета тонких пологих оболочек.



### Рис. 3.1. Положительные усилия в КЭ оболочек

Колонны, пилоны, балки моделировали – двухузловыми стержневыми КЭ, тип КЭ10 – универсальный пространственный стержневой КЭ, см. рис. 3.2. Данный конечный элемент может работать во всех признаках схем, применяется для прочностного и деформационного расчета стержневых конструкций.

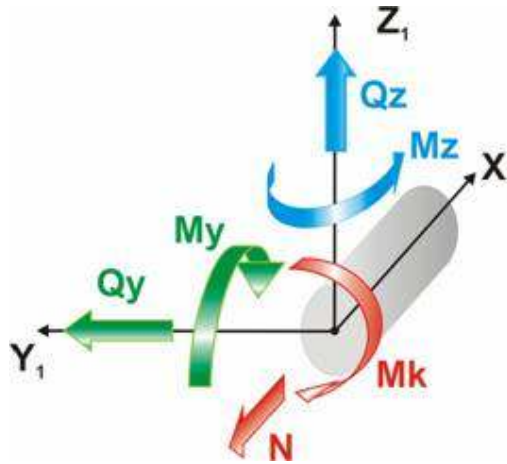


Рис. 3.2. Положительные усилия в КЭ стержней

В МПК «ЛИРА-САПР» была смоделирована конечноэлементная модель здания с учётом работы грунта основания.

Для фундаментной плиты вертикальную работу грунта основания моделировали коэффициентами постели  $C1$  и  $C2$ , которые присваивали элементам фундаментной плиты. Коэффициенты постели  $C1$  и  $C2$  определяли в модуле «ЛИРА-ГРУНТ», для этого предварительно был построен пространственный массив грунта по геологическим скважинам представленным в [16], далее выполнили посадку фундаментной плиты на требуемую отметку в грунтовом массиве, см. рис. 1.1. Вычисление коэффициентов  $C1$  и  $C2$  выполнено согласно характеристикам слоёв основания, в пределах сжимаемой толщи, с учётом давления на грунт. Вычисление коэффициентов  $C1$  и  $C2$  выполняли по усредненным значениям модуля деформации и коэффициента Пуассона грунта, с учётом поправочных коэффициентов к модулю деформации для каждого  $i$ -го слоя грунта (метод 3).

Благодаря этому была достигнута реальная работа фундамента, учитывая изменения ИГЭ и давления в пределах здания.

Учет карстовых провалов производился исключением из работы части основания (коэффициенты постели) радиусом 4,9 м. (по размеру радиуса возможного карстового провала) под углом здания, под внутренним пилоном.

На рис. 3.7 – 3.11 показаны 3D виды расчётной модели здания.

### 3.2. Параметры армирования пластинчатых элементов

Фундаментная плита, стены и плиты перекрытия в расчётной модели смоделированы пластинчатыми элементами, тип армирования назначен как «ОБОЛОЧКА». Алгоритм подбора арматуры в модуле «ОБОЛОЧКА» предназначен для определения армирования в тонкостенных железобетонных элементах, в которых действуют изгибающие и крутящие моменты, осевые и перерезывающие силы.

Подбор арматуры выполняется при учете действия заданного количества сочетаний, на следующие виды усилия:  $N_x$ ,  $N_y$ ,  $T_{xy}$ ,  $M_x$ ,  $M_y$ ,  $M_{xy}$ ,  $Q_x$ ,  $Q_y$ .

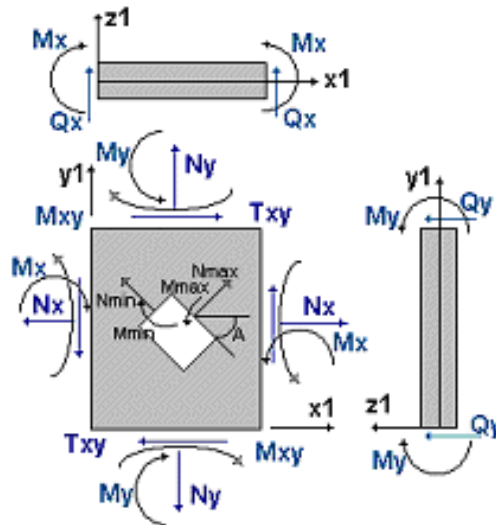
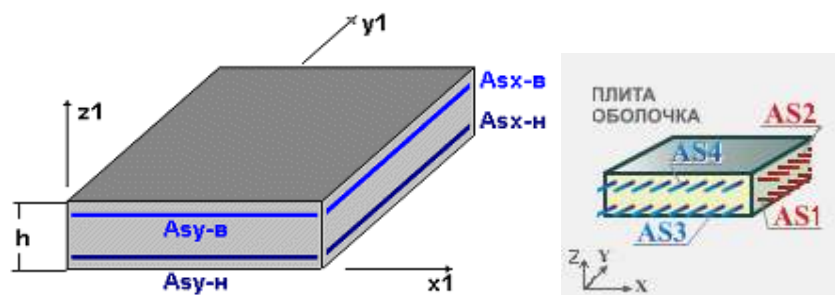


Рис. 3.3. Положительное направление усилий и моментов при расчёте армирования

Подбор продольной арматуры осуществляется с обеспечением минимума суммарного расхода арматуры направлений X и Y при удовлетворении условий прочности и требований норм по ограничению ширины раскрытия нормальных трещин. Ширина раскрытия трещин определяется в соответствии [10]. Подбор арматуры в пластинчатых элементах осуществляется с учетом работы арматуры по ортогональному направлению. В связи с этим в процессе эксплуатации была выявлена зависимость подбора арматуры от порядка подачи расчетных сочетаний усилий (PCY), расчетных сочетаний нагрузок (PCN) или усилий. С целью минимизации подбираемой арматуры в двух направлениях производится упорядочивание сочетаний в порядке возрастания напряжений. Подбор поперечной арматуры выполняется исходя из условий прочности по перерезывающей силе как для одноосного напряженного состояния при учете каждого из направлений усилий ( $Q_x$ ,  $Q_y$ ) раздельно в соответствии с [10].



**Рис. 3.4. Схема расположения продольной арматуры в пластинах.**

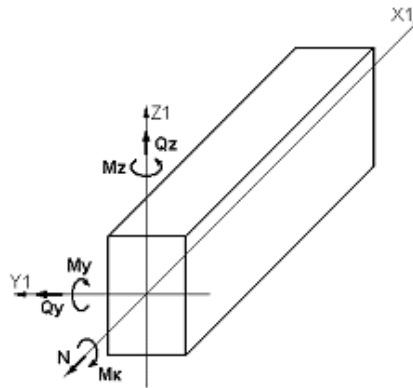
**В результате подбора арматуры выдается:**

- Продольная арматура – площади продольной арматуры (см<sup>2</sup>) на погонный метр:
  - AS1 (ASx-н) - площадь нижней арматуры по направлению X (см. рис. 3.4);
  - AS2 (ASx-в) - площадь верхней арматуры по направлению X (см. рис. 3.4);
  - AS3 (ASy-н) - площадь нижней арматуры по направлению Y (см. рис. 3.4);
  - AS4 (ASy-в) - площадь верхней арматуры по направлению Y (см. рис. 3.4);
- Поперечная арматура - площади поперечной арматуры (см<sup>2</sup>) на погонный метр
  - ASW1 - поперечная арматура по направлению X;
  - ASW2 - поперечная арматура по направлению Y;
- Ширина раскрытия трещин - ширина кратковременного и длительного раскрытия трещин (мм).

### 3.3. Параметры армирования стержневых элементов

Подколонники и балки в расчётной модели смоделированы стержневыми элементами, тип армирования назначен как стержень. Модуль армирования "СТЕРЖЕНЬ" предназначен для подбора арматуры в стержневых элементах от следующих силовых воздействий:

- нормальной силы (сжатие или растяжение) N;
- крутящего момента M<sub>k</sub>;
- изгибающих моментов в двух плоскостях M<sub>y</sub>, M<sub>z</sub>;
- перерезывающих сил в двух плоскостях Q<sub>y</sub>, Q<sub>z</sub>.



**Рис. 3.5. Положительные направления усилий, действующих на армируемый стержневой элемент.**

При подборе продольной арматуры предельное состояние сечения принято в соответствии с [10], сжатая зона бетона с расчетным напряжением, с контролем относительной высоты (в зависимости от класса бетона), растянутая и сжатая арматура с расчетными сопротивлениями стали.

Модуль "СТЕРЖЕНЬ" опирается на предварительно заданную нормативную базу, в которой содержатся расчетные и нормативные характеристики материалов, а также процедуры для определения геометрических характеристик бетонного сечения.

Выполняется расчет по первой (прочность) и второй (трещиностойкость) группе предельных состояний.

Также выполняется расчет ширины раскрытия трещин. Допускаемая ширина продолжительного и непродолжительного раскрытия трещин задается в соответствии с [10].

Допустимые формы сечений для расчёта армирования (прямоугольник, тавр с полкой внизу, тавр с полкой вверху, двутавр, коробчатое сечение, кольцо, круг, крестовое сечение, уголок, тавр со смещенной стенкой полка внизу, тавр со смещенной стенкой полка вверху) в МПК «ЛИРА-САПР» версии 2017г. представлены на рис. 3.6.

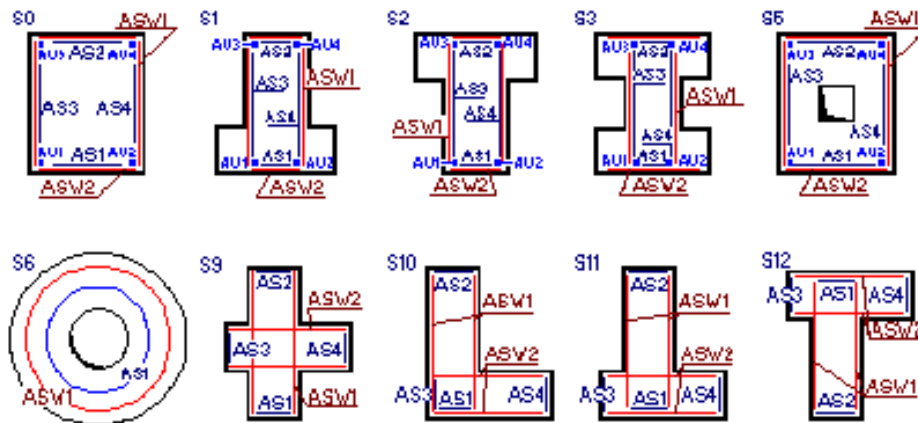


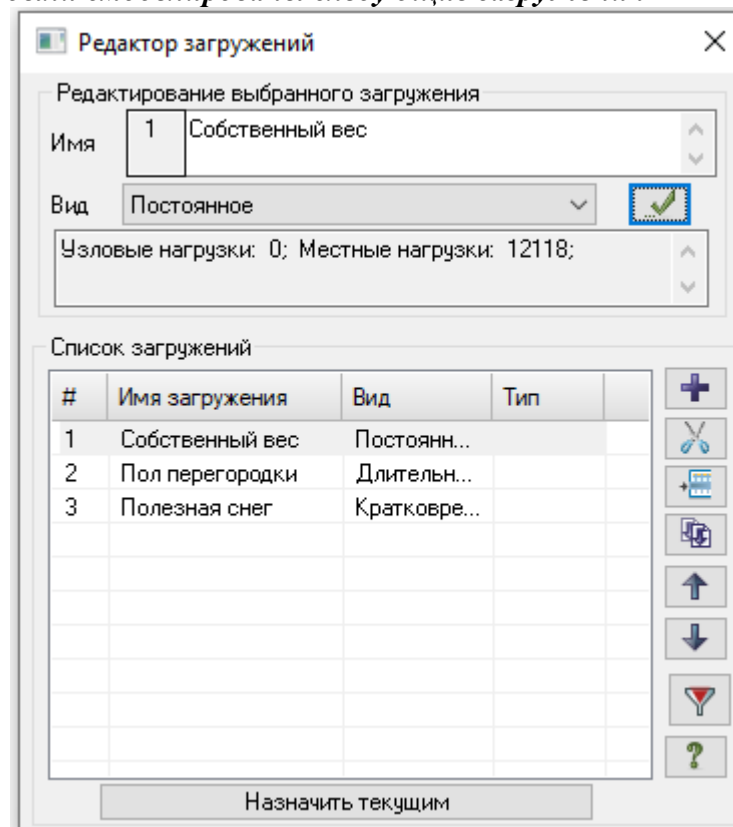
Рис. 3.6. Типы сечений для армирования и схемы армирования.

**В результате подбора арматуры выдается:**

- Продольная арматура – площади продольной арматуры (см<sup>2</sup>) и процент армирования, см. рис. 3.6.
  - 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);
- Поперечная арматура - площади поперечной арматуры (см<sup>2</sup>), подобранной при шаге хомутов 100 см.
  - ASW1 - вертикальная поперечная арматура;
  - ASW2 - горизонтальная поперечная арматура;
- Ширина раскрытия трещин - ширина кратковременного и длительного раскрытия трещин (мм).

### 3.4 Параметры загружений в расчётной модели

*В расчётной модели были смоделированы следующие загрузки*



### 3.5 Комбинации расчётных сочетаний усилий и нагрузок

#### 3.5.1 Расчётные сочетания усилий. Параметры.

**Расчетные сочетания усилий**

Номер таблицы РСУ: 1  
Имя таблицы РСУ: СП\_1  
Строительные нормы: СП 20.13330.2016  
Номер загрузки: 1  
Вид загрузки: Постоянное(0)  
N группы объединяемых временных загрузений: 0  
Учитывать знакопеременность:   
N группы взаимоисключающих загрузений: 0  
NN сопутствующих загрузений: 0  
Коэффициент надежности: 1.10  
Доля длительности: 1.00  
Не учитывать для II-го пред. сост.:   
Ограничения для кранов и тормозов: Кран  Тормоз

Кoeffициенты для РСУ

#	1 основ.	2 основ.	Особ.(С)	Особ.(б.С)	5 сочет.	6 сочет.
1	1.00	1.00	0.90	1.00	0.00	0.00
2	1.00	1.00	0.80	1.00	0.00	0.00
3	1.00	1.00	0.50	0.80	0.00	0.00

Сводная таблица для вычисления РСУ:

№	Имя загрузки...	Вид	Параметры РСУ				Кoeffициенты РСУ					
1	Собственный...	Постоянное(0)	0	0	0	0	1.10	1.00	1.00	1.00	0.90	1.00
2	Пол перегород...	Длительное ...	1	0	0	0	1.20	1.00	1.00	1.00	0.80	1.00
3	Полезная, сн...	Кратковреме...	2	0	0	0	1.30	0.35	1.00	1.00	0.50	0.80

### 3.5.2 Расчётные сочетания нагрузок. Параметры.

**Расчетные сочетания нагрузок**

Номер таблицы РСН: 1  
Имя таблицы РСН: СП 20.13330.2016\_1  
 Определяющие РСН  
СП 20.13330.2016  
 Не учитывать сейсмику для II-го РС  
 Не учитывать особое загруз. для II-го РС

N загруз.	Наименование	Вид	Знакоперем.	Взаимоискл.	Кoeff. надёж.	Доля длительн.	РСН1	РСН2
1	Собственный вес	Постоянное (P)	+		1.1	1.0	1.	0.91
2	Пол перегородки	Постоянное (P)	+		1.2	1.0	1.	0.83
3	Полезная, снег	Постоянное (P)	+		1.3	.35	1.	0.77

Основное сочетание (I РС)  
Особое сочетание (II РС)

$$P^d + \psi_{11} \cdot P_{11}^d + \sum_{i=2}^{n1} \psi_{1i} \cdot P_{1i}^d + \psi_{11} \cdot P_{11}^d + \psi_{12} \cdot P_{12}^d + \sum_{j=3}^{n2} \psi_{1j} \cdot P_{1j}^d$$

Кoeffициенты

Добавить

В задаче было смоделировано 2 РСН в которых рассмотрены различные возможные сочетания нагрузок.

РСН 1 – сочетание с расчётными значениями нагрузок;

РСН 2 – сочетание с нормативными значениями нагрузок



### 3.6 Жёсткости элементов расчётной модели

#### 3.6.1 Жёсткости элементов расчётной модели для блока А см. табл. 2

В первом приближении жесткости ж/б элементов принимаются с коэффициентами понижения для вертикальных элементов 0.6, для горизонтальных плит 0.3.

Таблица 2

Жёсткости элементов расчётной модели

Тип жесткости	Имя	Параметры (сечения-(см) жесткости-(т,м) расп.вес-(т,м))
1	Кольцо 30 X 0 (Колонны)	$R_o=2.5, E=1.8e+006, GF=0, D=30, d=0$
2	Брус 20 X 20 (Балки в перекрытии 200x200)	$R_o=2.5, E=1.8e+006, GF=0, B=20, H=20$
3	Брус 20 X 50 (Контурная балка 200x500)	$R_o=2.5, E=1.8e+006, GF=0, B=20, H=50$
4	Пластина Н 20 (Плиты этажей)	$E=900000, V=0.2, H=20, R_o=2.5$
5	Пластина Н 30 (Стены цокольного этажа)	$E=1.8e+006, V=0.2, H=30, R_o=2.5$
6	Пластина Н 20 (Стены 200 этажей)	$E=1.8e+006, V=0.2, H=20, R_o=2.5$
7	Пластина Н 30 (Фундамент)	$E=900000, V=0.2, H=30, R_o=2.5$

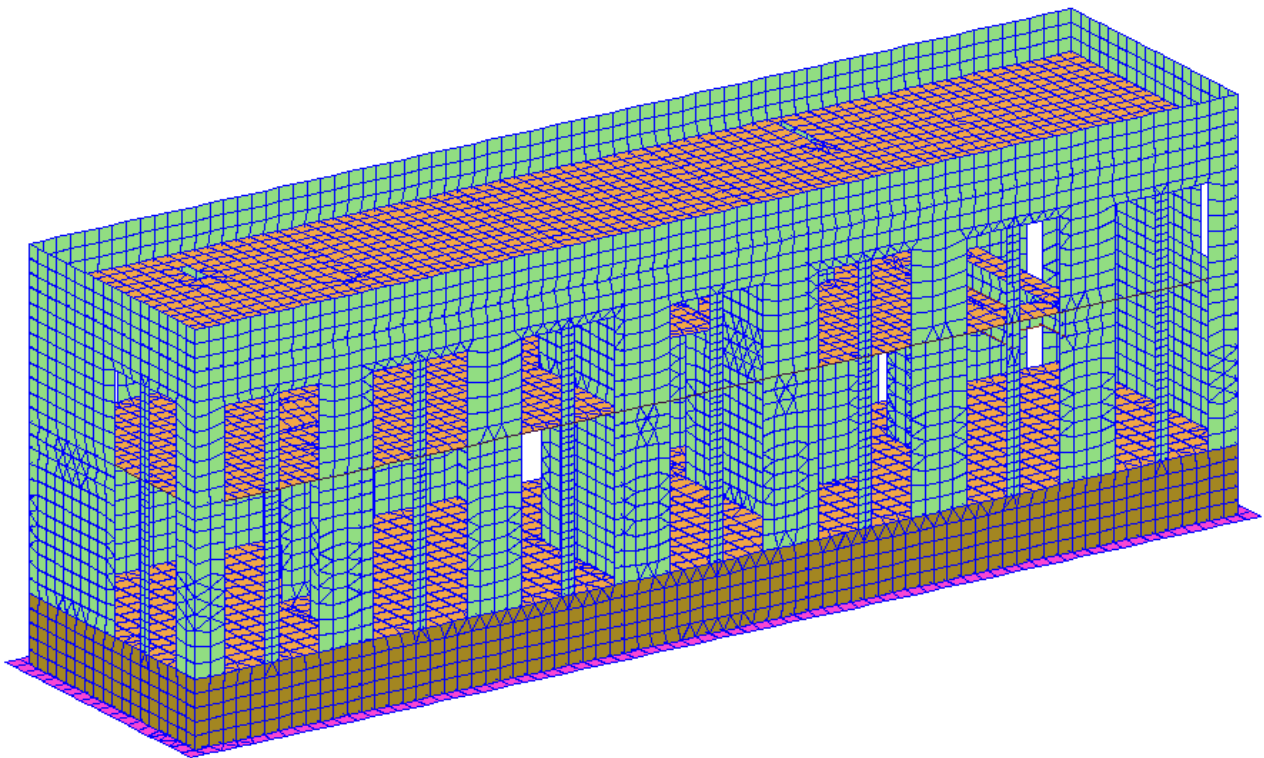
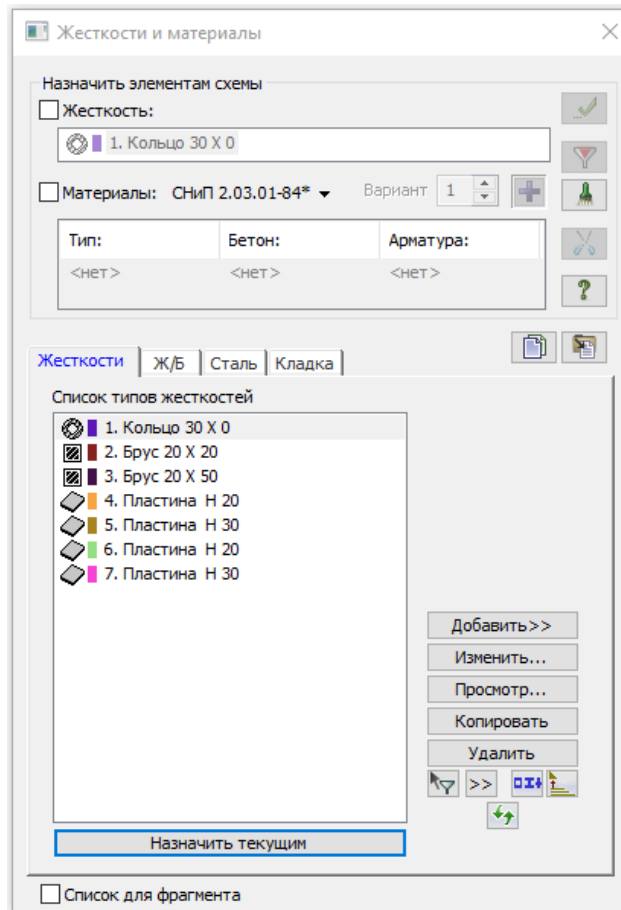


Рис. 3.7 Обозначение жёсткостей расчётной модели по цветам. Блок А.  
(Обозначение цветов см. рис. 3.8. «Жёсткости и материалы»)



**Рис. 3.8 Жесткости и материалы.**

## 3.6.2 Жёсткости элементов расчётной модели для блока В, С, Дсм. табл. 3

Таблица 3

Жёсткости элементов расчётной модели

Тип жесткости	Имя	Параметры (сечения-(см) жесткости-(т,м) расп.вес-(т,м))
1	Брус 30 X 60 (Колонны)	$R_o=2.5, E=1.8e+006, GF=0, B=30, H=60$
2	Брус 20 X 50 (Контурная балка 200x500)	$R_o=2.5, E=1.8e+006, GF=0, B=20, H=50$
3	Пластина Н 20 (Плиты этажей)	$E=900000, V=0.2, H=20, R_o=2.5$
4	Пластина Н 30 (Стены цокольного этажа)	$E=1.8e+006, V=0.2, H=30, R_o=2.5$
5	Пластина Н 20 (Стены 200 этажей)	$E=1.8e+006, V=0.2, H=20, R_o=2.5$
6	Пластина Н 30 (Фундамент)	$E=900000, V=0.2, H=30, R_o=2.5$

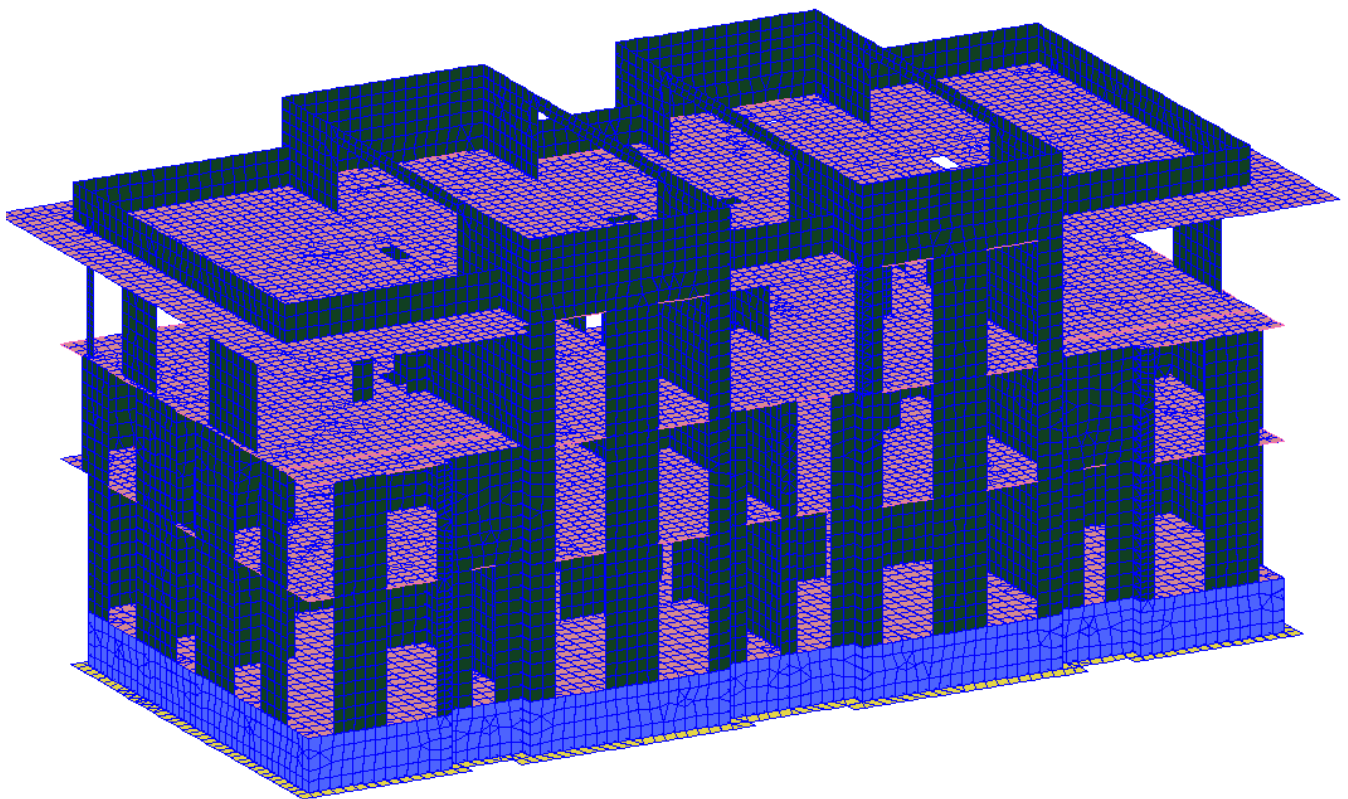
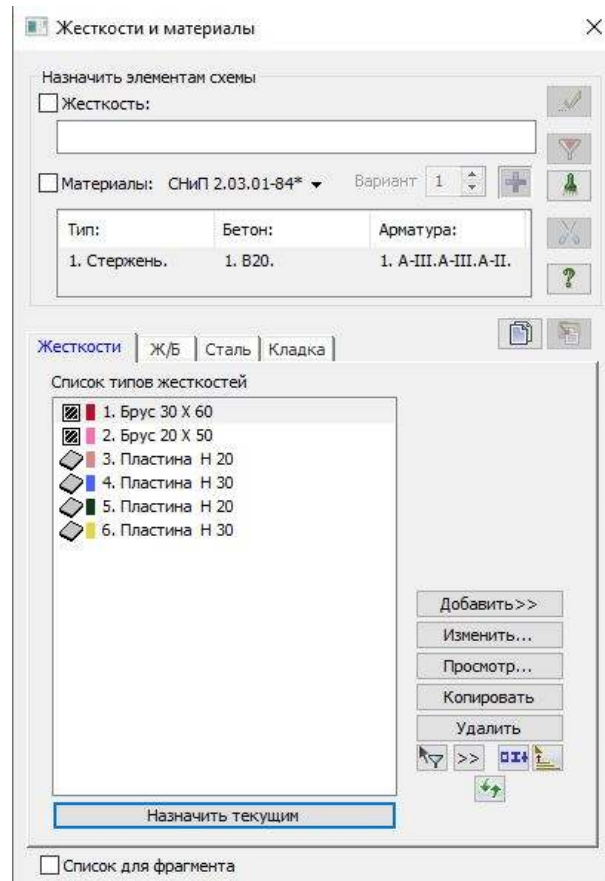


Рис. 3.10 Обозначение жёсткостей расчётной модели по цветам блок В, С, Д.  
(Обозначение цветов см. рис. 3.11. «Жёсткости и материалы»)



**Рис. 3.11** Жесткости и материалы.

## РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЁТА

**4.1. Протокол расчёта ПК ЛИРА-САПР****4.1.1. Блок А**

Протокол расчета

Дата: 10.09.2020

GenuineIntel Intel(R) Core(TM) i7-9750H CPU @ 2.60GHz 12 threads

Microsoft Windows 10 RUS 64-bit. Build 17763

Размер доступной физической памяти = 9496718848

17:47 Чтение исходных данных из файла C:\LIRA SAPR\LIRA SAPR 2017\Data\KORP-1-1-F17.txt

17:47 Контроль исходных данных основной схемы

Количество узлов = 9500 (из них количество неудаленных = 9500)

Количество элементов = 9680 (из них количество неудаленных = 9680)

**ОСНОВНАЯ СХЕМА**

17:47 Оптимизация порядка неизвестных

Количество неизвестных = 46659

**РАСЧЕТ НА СТАТИЧЕСКИЕ ЗАГРУЖЕНИЯ**

17:47 Формирование матрицы жесткости

17:47 Формирование векторов нагрузок

17:47 Разложение матрицы жесткости

17:47 Вычисление неизвестных

17:47 Контроль решения

**РАСЧЕТ НА УСТОЙЧИВОСТЬ**

17:47 Расчет на устойчивость для загружений №№1 2 3

17:47 Итерация №1

17:47 Итерация №2

Найдено форм 0 (из них 0 в заданном диапазоне)

17:47 Итерация №3

Найдено форм 0 (из них 0 в заданном диапазоне)

17:47 Итерация №4

Найдено форм 0 (из них 0 в заданном диапазоне)

17:47 Итерация №5

Найдено форм 1 (из них 1 в заданном диапазоне)

17:47 Итерация №6

Найдено форм 4 (из них 4 в заданном диапазоне)

17:47 Расчет свободных длин и чувствительности

Формирование результатов

17:47 Формирование топологии

17:47 Формирование перемещений

17:47 Вычисление и формирование усилий в элементах

17:47 Вычисление и формирование реакций в элементах

17:47 Вычисление и формирование эпюр усилий в стержнях

17:47 Вычисление и формирование эпюр прогибов в стержнях

17:47 Формирование форм потери устойчивости

Суммарные узловые нагрузки на основную схему:

Загружение 1  $PX=-6.72386e-017$   $PY=-3.64292e-017$   $PZ=874.162$   $PUX=0.00583288$

$PUY=0.00314665$   $PUZ=2.67193e-010$

Загружение 2  $PX=0$   $PY=0$   $PZ=89.0691$   $PUX=0.00177576$   $PUY=5.23335e-006$   $PUZ=0$

Загружение 3  $PX=0$   $PY=0$   $PZ=89.0691$   $PUX=0.00177576$   $PUY=5.23335e-006$   $PUZ=0$

Расчет успешно завершен

Затраченное время = 1 мин

Протокол расчета

Дата: 12.09.2020

#### 4.1.2 Блок В, С, Д.

GenuineIntel Intel(R) Core(TM) i7-9750H CPU @ 2.60GHz 12 threads  
 Microsoft Windows 10 RUS 64-bit. Build 17763  
 Размер доступной физической памяти = 11733356032  
 16:53 Чтение исходных данных из файла C:\LIRA SAPR\LIRA SAPR 2017\Data\KORP-2-F.txt  
 16:53 Контроль исходных данных основной схемы  
 Количество узлов = 27436 (из них количество неудаленных = 27436)  
 Количество элементов = 28073 (из них количество неудаленных = 28057)  
**ОСНОВНАЯ СХЕМА**  
 16:53 Оптимизация порядка неизвестных  
 Количество неизвестных = 136694  
**РАСЧЕТ НА СТАТИЧЕСКИЕ ЗАГРУЖЕНИЯ**  
 16:54 Формирование матрицы жесткости  
 16:54 Формирование векторов нагрузок  
 16:54 Разложение матрицы жесткости  
 16:54 Вычисление неизвестных  
 16:54 Контроль решения  
**РАСЧЕТ НА УСТОЙЧИВОСТЬ**  
 16:54 Расчет на устойчивость для загружений №№1 2 3  
 16:54 Итерация №1  
 16:54 Итерация №2  
 Найдено форм 0 (из них 0 в заданном диапазоне)  
 16:54 Итерация №3  
 Найдено форм 0 (из них 0 в заданном диапазоне)  
 16:54 Итерация №4  
 Найдено форм 0 (из них 0 в заданном диапазоне)  
 16:54 Итерация №5  
 Найдено форм 0 (из них 0 в заданном диапазоне)  
 16:54 Итерация №6  
 Найдено форм 1 (из них 1 в заданном диапазоне)  
 16:54 Расчет свободных длин и чувствительности  
**Формирование результатов**  
 16:54 Формирование топологии  
 16:54 Формирование перемещений  
 16:54 Вычисление и формирование усилий в элементах  
 16:54 Вычисление и формирование реакций в элементах  
 16:54 Вычисление и формирование эпюр усилий в стержнях  
 16:54 Вычисление и формирование эпюр прогибов в стержнях  
 16:54 Формирование форм потери устойчивости  
 Суммарные узловые нагрузки на основную схему:  
 Загружение 1 PX=5.42663e-011 PY=-4.82404e-011 PZ=2666.94 PUX=0.0137255  
 PUY=0.00511608 PUZ=5.21388e-006  
 Загружение 2 PX=0 PY=0 PZ=498.439 PUX=0.00509732 PUY=0.00305314 PUZ=0  
 Загружение 3 PX=0 PY=0 PZ=444.594 PUX=0.00452457 PUY=0.00246755 PUZ=0  
 Расчет успешно завершен  
 Затраченное время = 1 мин

## 4.2 Расчёт основания

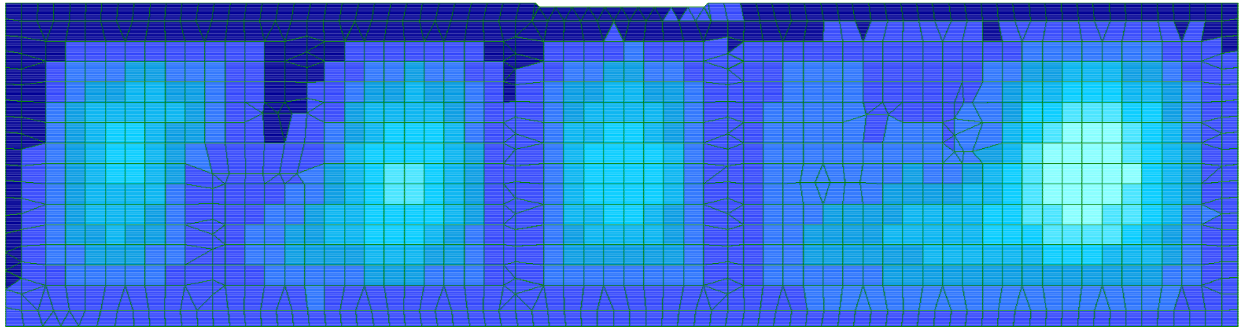
### 4.2.1 Давление под подошвой ж.б. фундаментной плиты

#### 4.2.1.1 Блок А

Абсолютное максимальное давление:  $-0,801 \text{ кг/см}^2$ ;

Абсолютное минимальное давление:  $-0.298 \text{ кг/см}^2$ ;

Абсолютное среднее давление:  $-0.6 \text{ кг/см}^2 < R=2.085 \text{ кг/см}^2$ ;



Y  
X

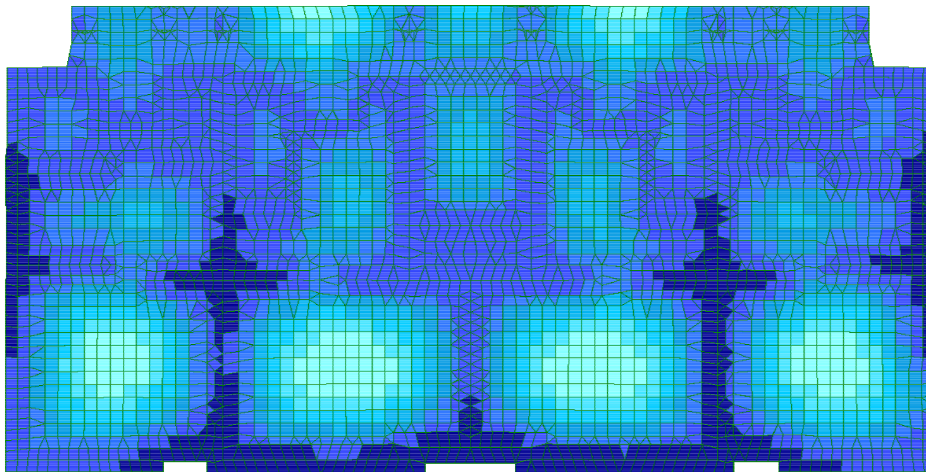
Рис. 4.1 Изополя напряжений под подошвой фундаментной плиты от основного нормативного РСН.

#### 4.2.1.2 Блок В,С,Д

Абсолютное максимальное давление:  $-0.946 \text{ кг/см}^2$ ;

Абсолютное минимальное давление:  $-0.548 \text{ кг/см}^2$ ;

Абсолютное среднее давление:  $-0.7 \text{ кг/см}^2 < R=2.085 \text{ кг/см}^2$ ;



Y  
X

Рис. 4.2 Изополя напряжений под подошвой фундаментной плиты от основного нормативного РСН.

## 4.2.4 Осадка ж.б. фундаментной плиты

### 4.2.4.1 Здание блок А:

Максимальная величина осадки: 9,6 мм, что не превышает предельно допустимого значения -  $S_u^{max} = 150$  мм, в соответствии с [9].

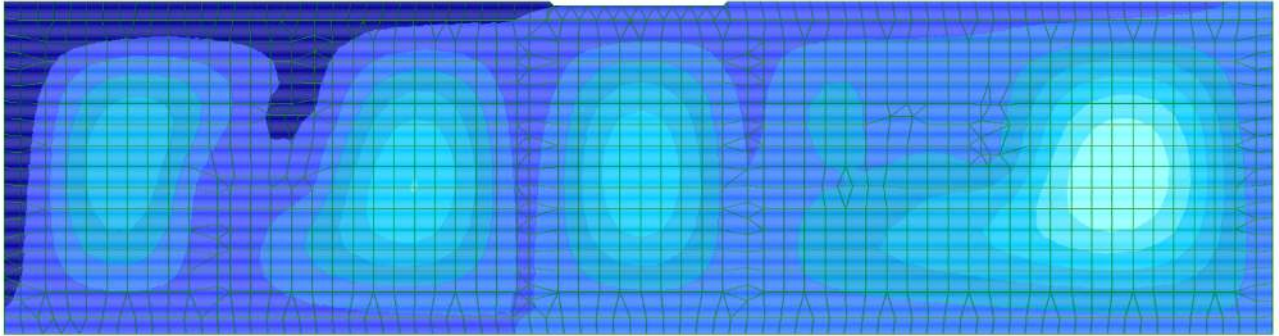


Рис. 4.13 Изополя осадок фундаментной плиты от основного нормативного РСН. Блок А

### 4.2.4.2 Здание блок В,С,В:

Максимальная величина осадки: 6,4 мм, что не превышает предельно допустимого значения -  $S_u^{max} = 150$  мм, в соответствии с [9].

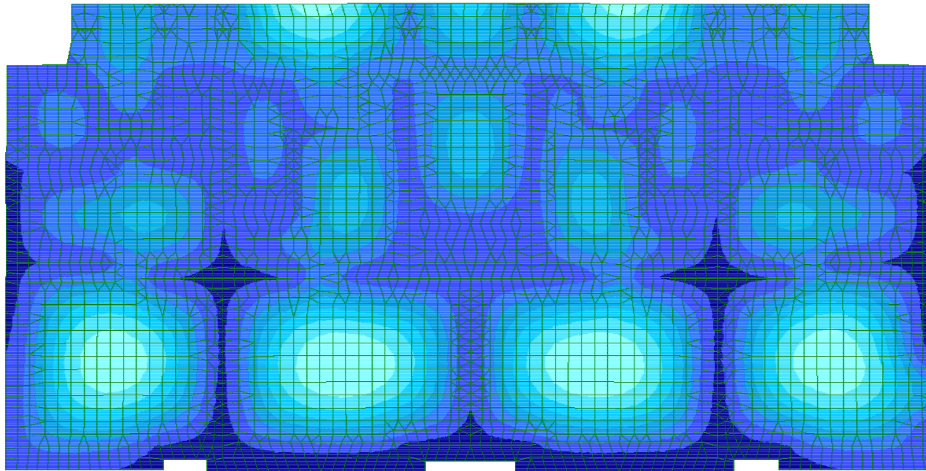
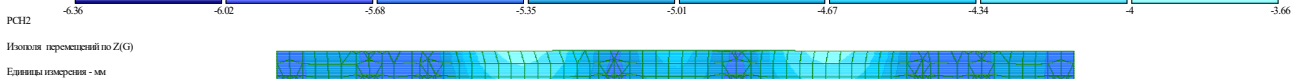


Рис. 4.14 Изополя осадок фундаментной плиты от основного нормативного РСН. Блок В



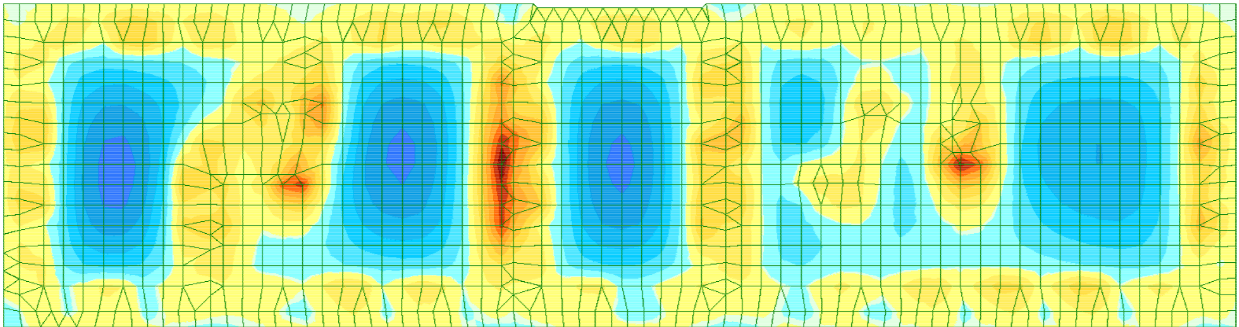
## 4.3 Расчёт ж.б. фундамента

### 4.3.1 Напряжения в ж.б. фундаментной плите

#### 4.3.1.1 Блок А

Рис. 4.17 Изополя напряжений по  $M_x$  от основного РСН

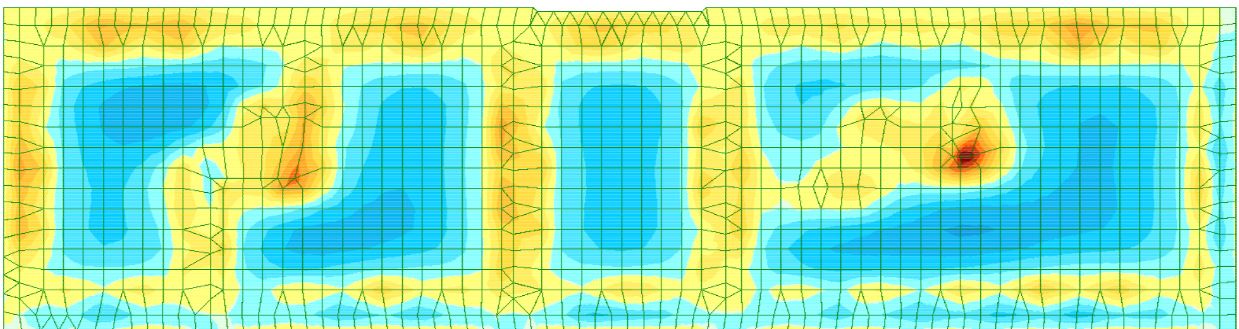
РСН2  
Изополя напряжений по  $M_x$   
Единицы измерения - (т\*м)/м



Y  
X

Рис. 4.18 Изополя напряжений по  $M_y$  от основного РСН

РСН2  
Изополя напряжений по  $M_y$   
Единицы измерения - (т\*м)/м



Y  
X

### 4.3.1.2 Блок В,С,D

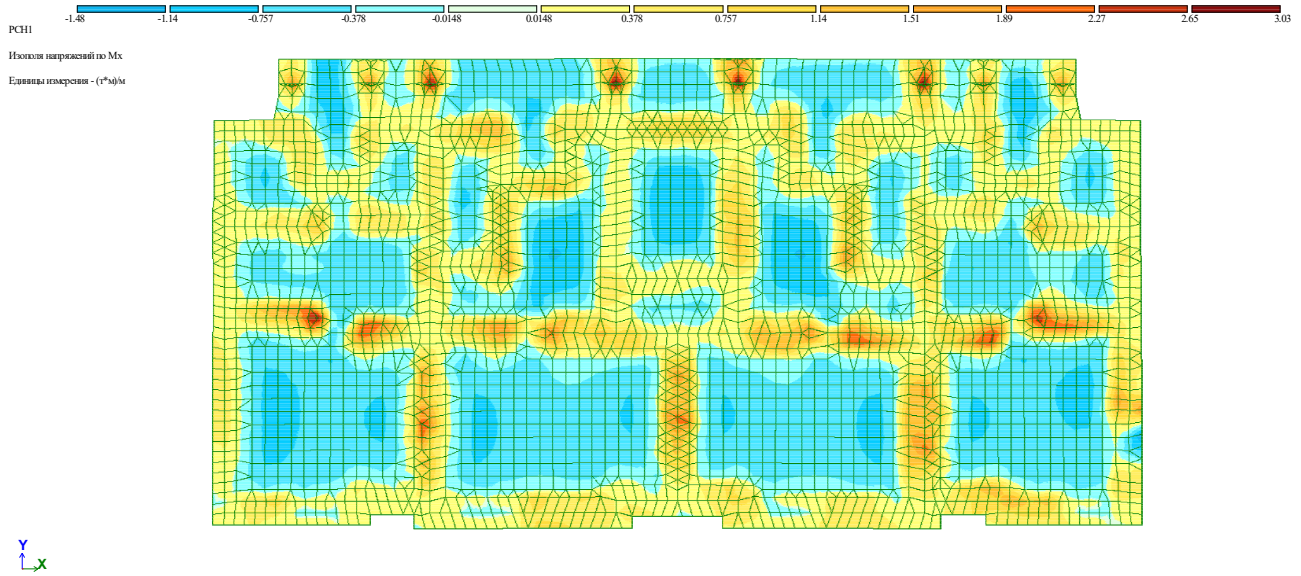


Рис. 4.19 Изополю напряжений по Mx от основного РСН

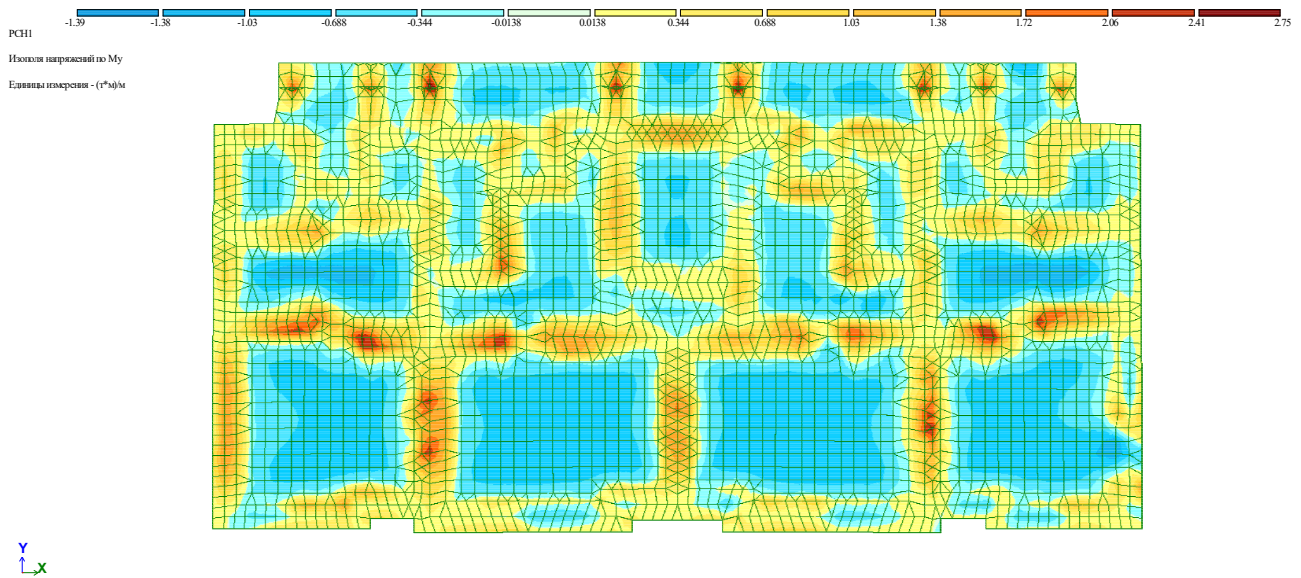
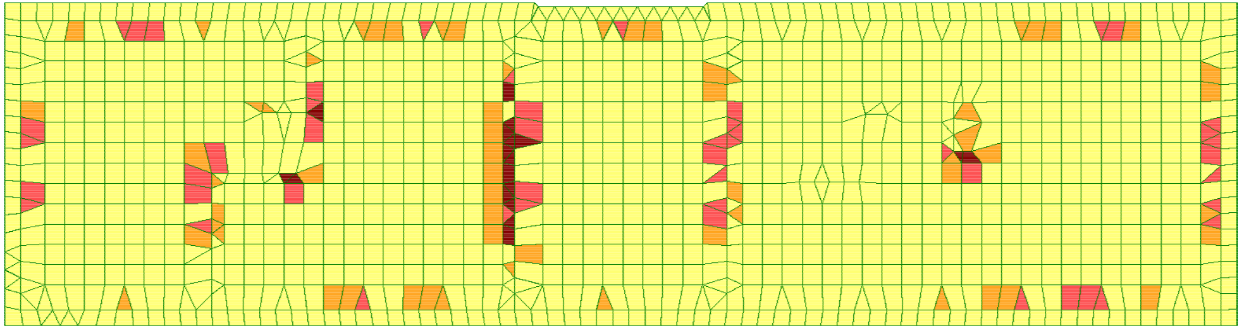
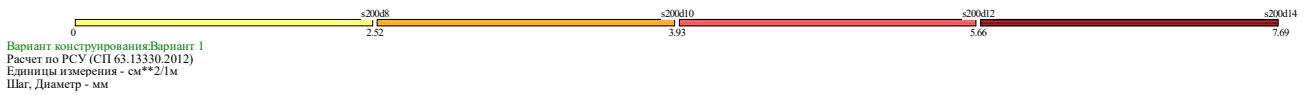


Рис. 4.20 Изополю напряжений по My от основного РСН

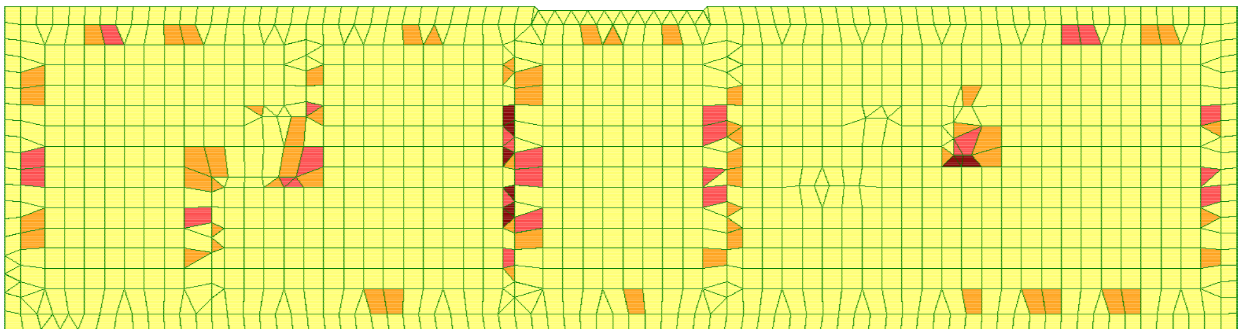
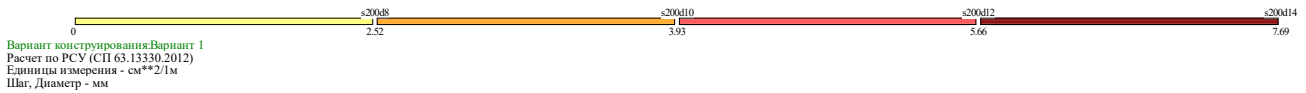
## 4.3.2 Армирование ж.б. фундаментной плиты

### 4.3.2.1 Блок А



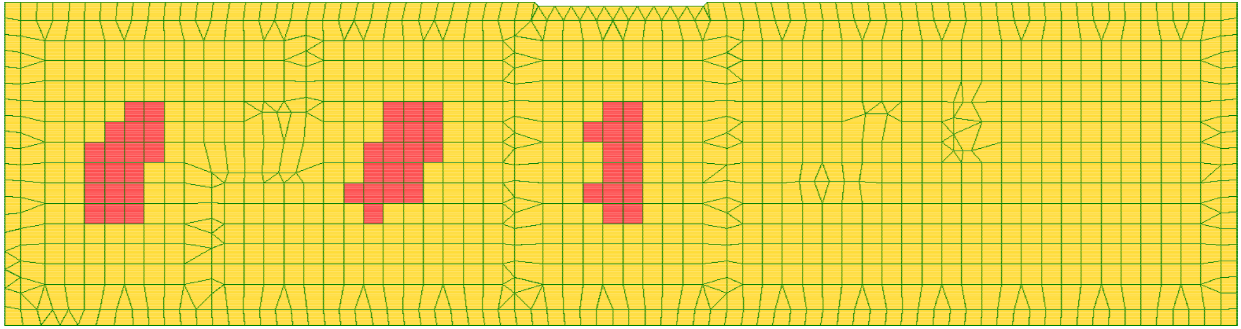
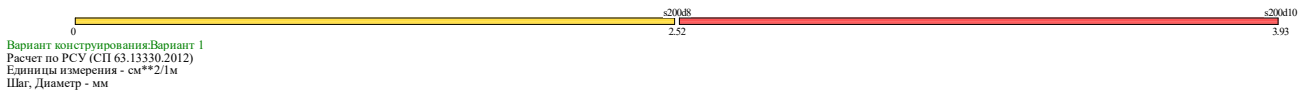
Площадь арматуры на 1м по оси X у нижней грани (балки-стенки - посередине); максимум в элементе 11294

**Рис. 4.24** Армирование фундаментной плиты по оси «X», у нижней грани.  
 Мозаика площади арматуры (см<sup>2</sup>) на 1 п.м.



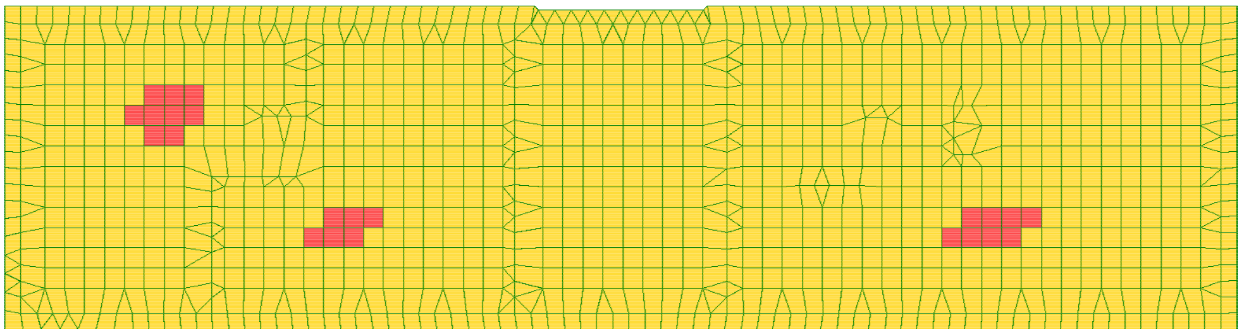
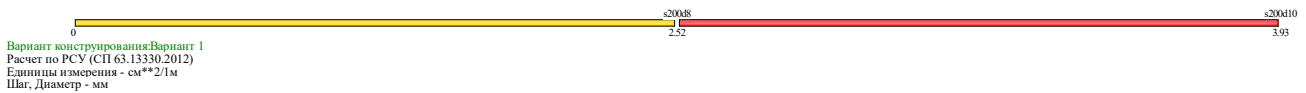
Площадь арматуры на 1м по оси Y у нижней грани (балки-стенки - посередине); максимум в элементе 11316

**Рис. 4.25** Армирование фундаментной плиты по оси «Y», у нижней грани.  
 Мозаика площади арматуры (см<sup>2</sup>) на 1 п.м.



Y  
 X  
 Площадь арматуры на 1пм по оси X у верхней грани; максимум в элементе 10966

**Рис. 4.26** Армирование фундаментной плиты по оси «X», у верхней грани.  
 Мозаика площади арматуры (см<sup>2</sup>) на 1 п.м.

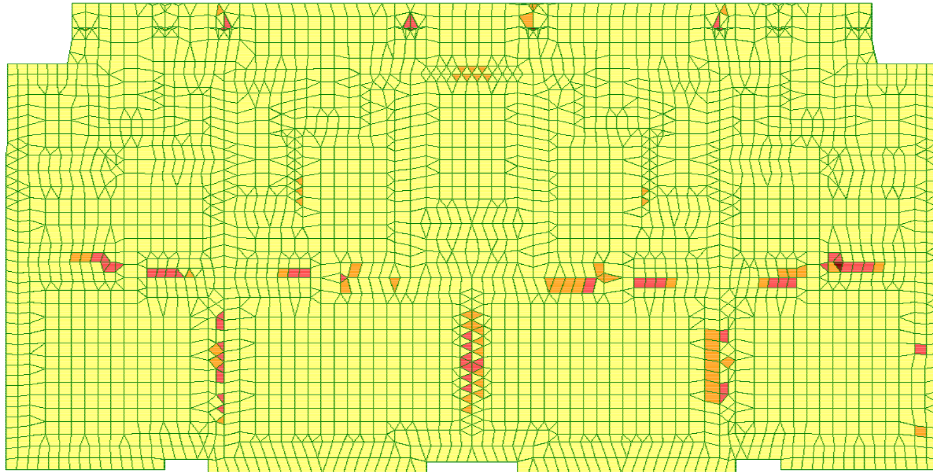


Y  
 X  
 Площадь арматуры на 1пм по оси Y у верхней грани; максимум в элементе 11066

**Рис. 4.27.** Армирование фундаментной плиты по оси «Y», у верхней грани  
 Мозаика площади арматуры (см<sup>2</sup>) на 1 п.м.

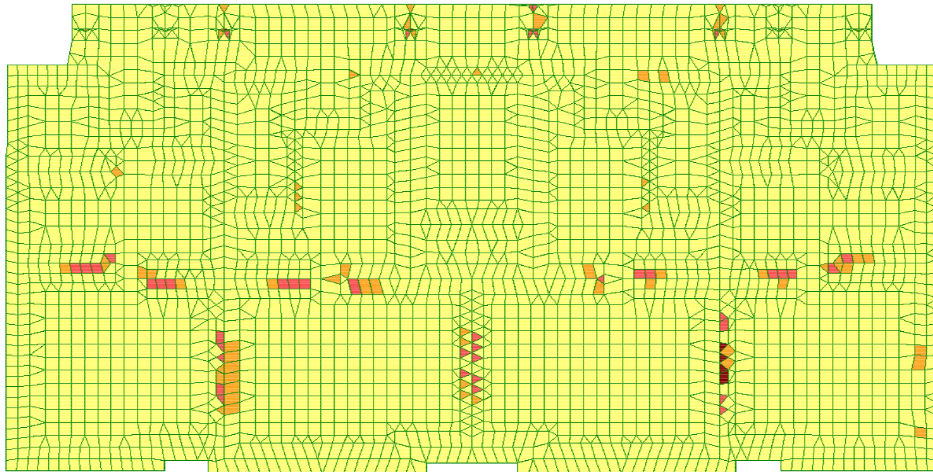
### 4.3.2.2 БлокВ, С, Д

Площадь арматуры на 1м по оси X у нижней грани (балки-стены - поперечные), максимум в элементе 30991  
 0 2.52 3.93 5.66 7.69  
 s20M10 s20M12 s20M14  
 Вариант конструирования: Вариант 1



**Рис. 4.28** Армирование фундаментной плиты по оси «X», у нижней грани.  
 Мозаика площади арматуры (см<sup>2</sup>) на 1 п.м.

Площадь арматуры на 1м по оси Y у нижней грани (балки-стены - поперечные), максимум в элементе 28785  
 0 2.52 3.93 5.66 7.69  
 s20M10 s20M12 s20M14  
 Вариант конструирования: Вариант 1



**Рис. 4.29** Армирование фундаментной плиты по оси «Y», у нижней грани.  
 Мозаика площади арматуры (см<sup>2</sup>) на 1 п.м.

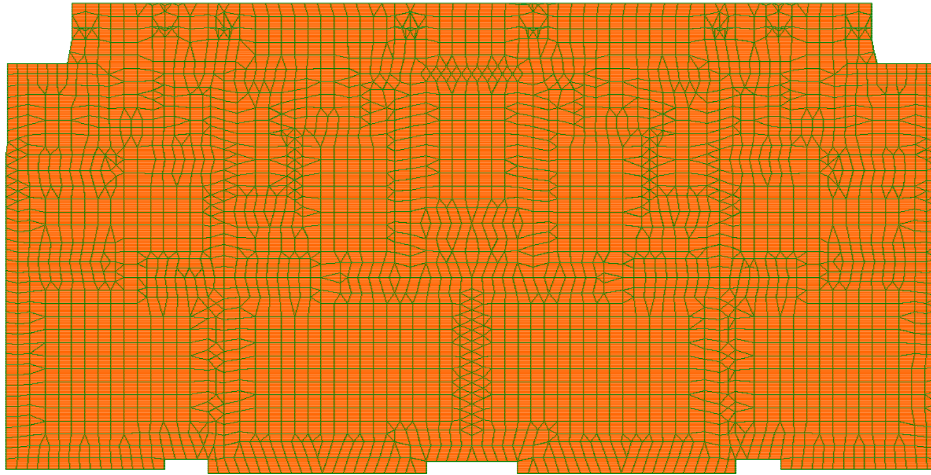
Площадь арматуры на 1м по оси X у верхней грани максимум в элементе 28279

с2008

0

2.52

Вариант конструирования: Вариант 1



**Рис. 4.30** Армирование фундаментной плиты по оси «X», у верхней грани.  
Мозаика площади арматуры (см<sup>2</sup>) на 1 п.м.

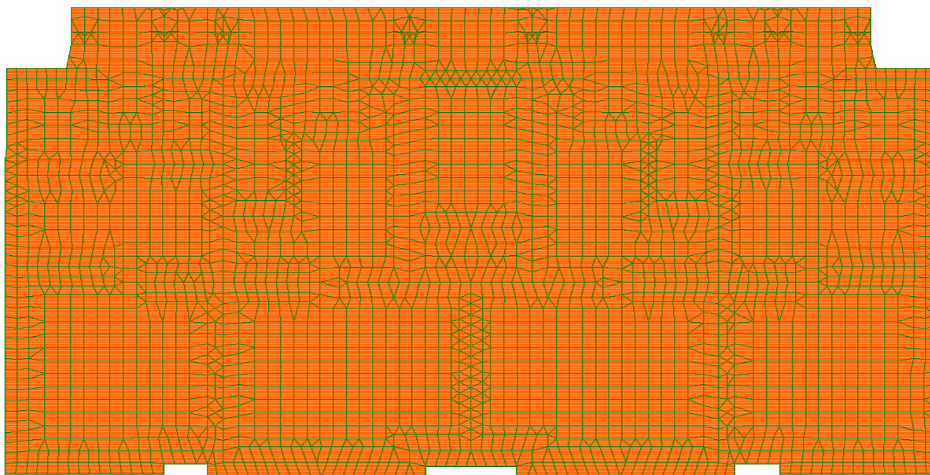
Площадь арматуры на 1м по оси Y у верхней грани максимум в элементе 31746

с2008

0

2.52

Вариант конструирования: Вариант 1



**Рис. 4.31** Армирование фундаментной плиты по оси «Y», у верхней грани.  
Мозаика площади арматуры (см<sup>2</sup>) на 1 п.м.



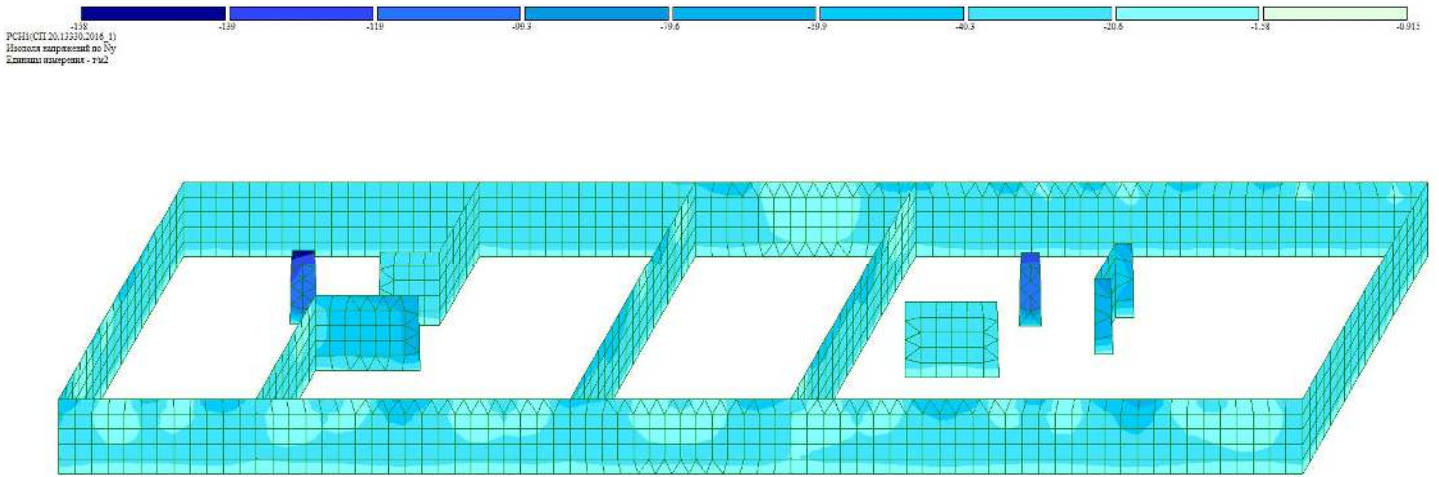


Рис. 4.34 Изополя напряжений  $N_v$  в стенах цоколя от РСН 1

#### 4.4.1.2 Блок В, С, Д

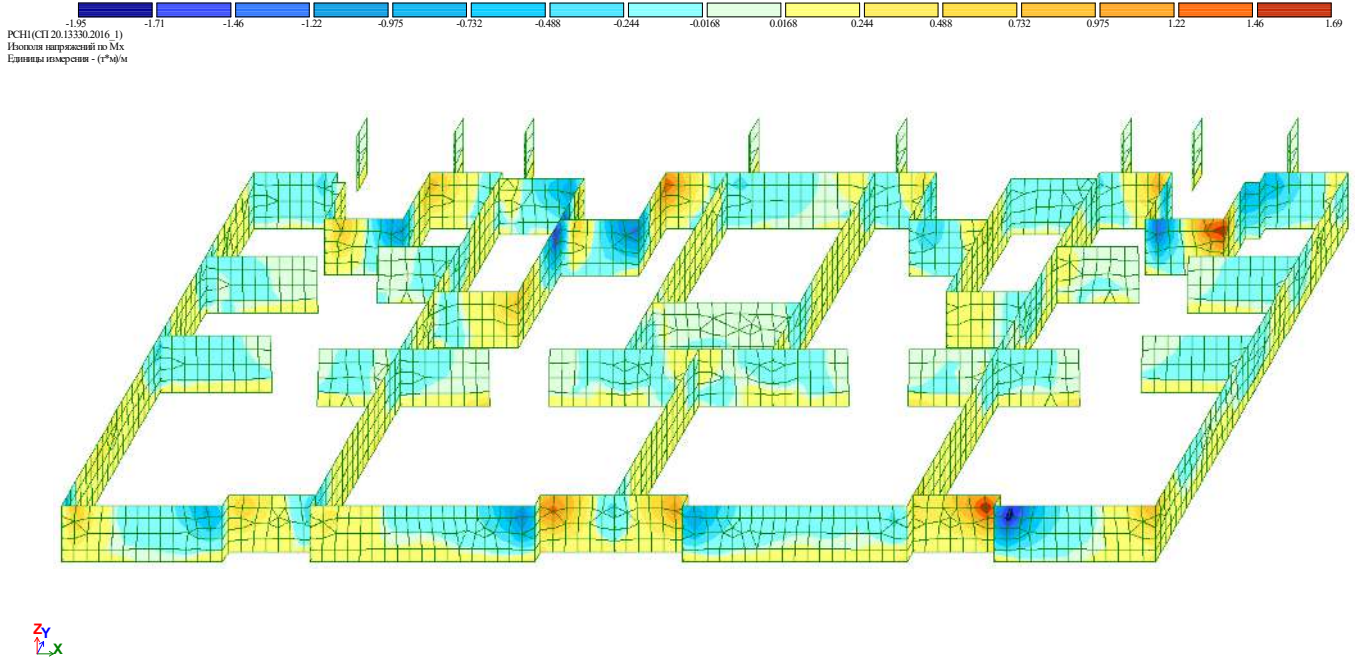


Рис. 4.35 Изополя напряжений  $M_x$  в стенах цоколя от РСН 1



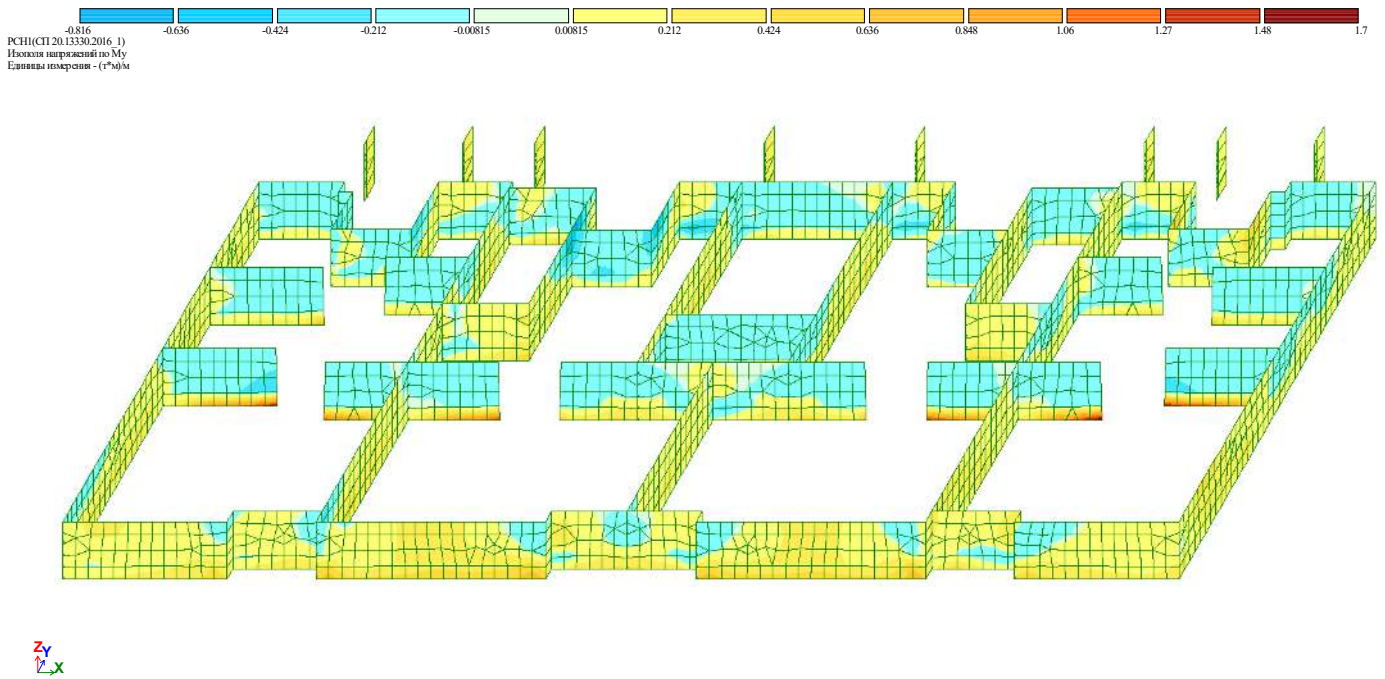


Рис. 4.36 Изополя напряжений  $M_u$  в стенах цоколя от РСН 1

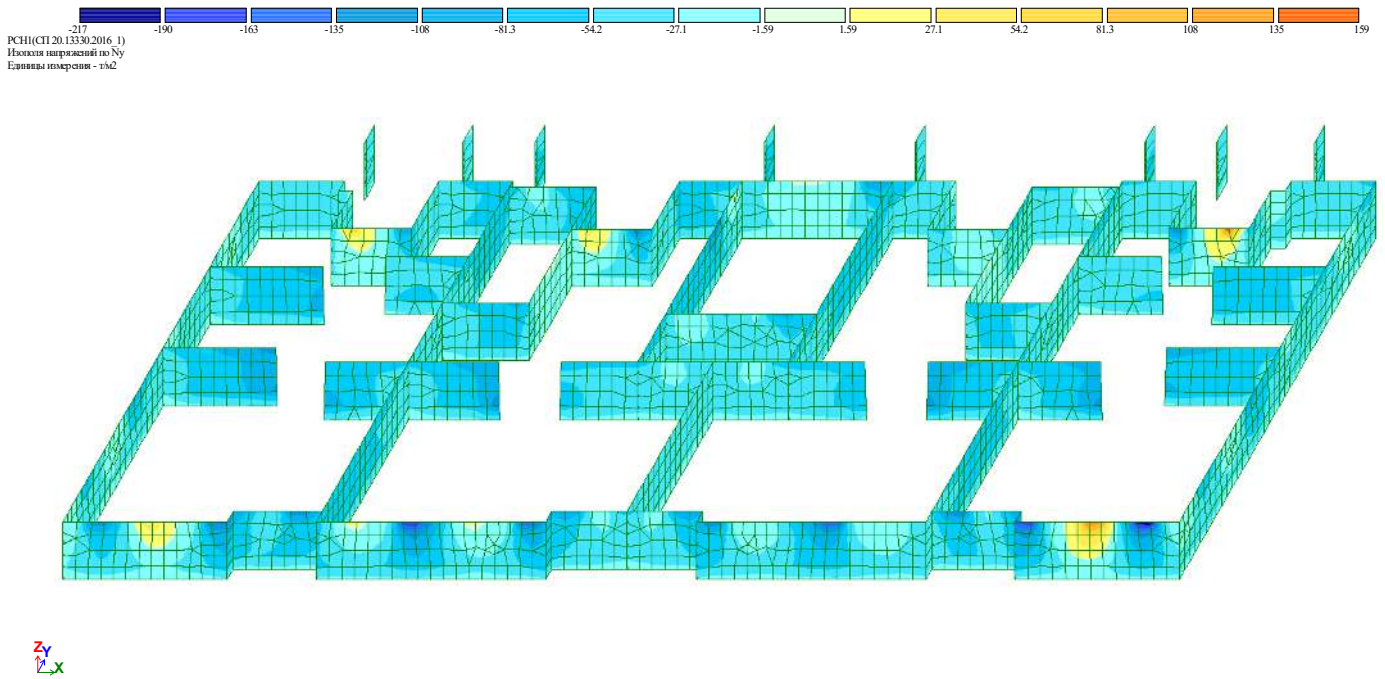
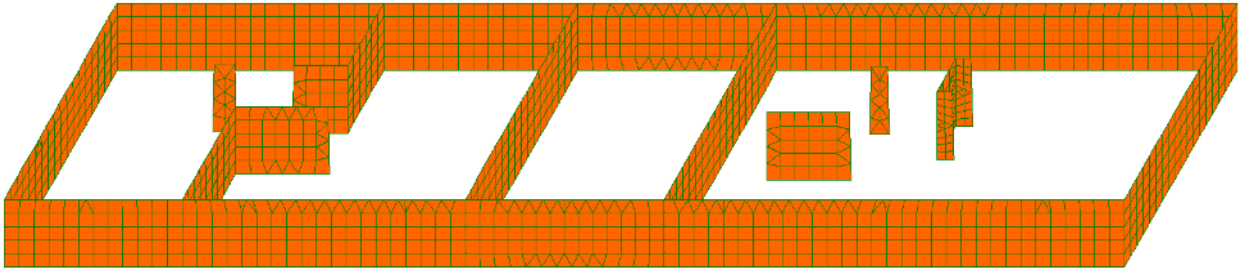


Рис. 4.37 Изополя напряжений  $N_u$  в стенах цоколя от РСН 1

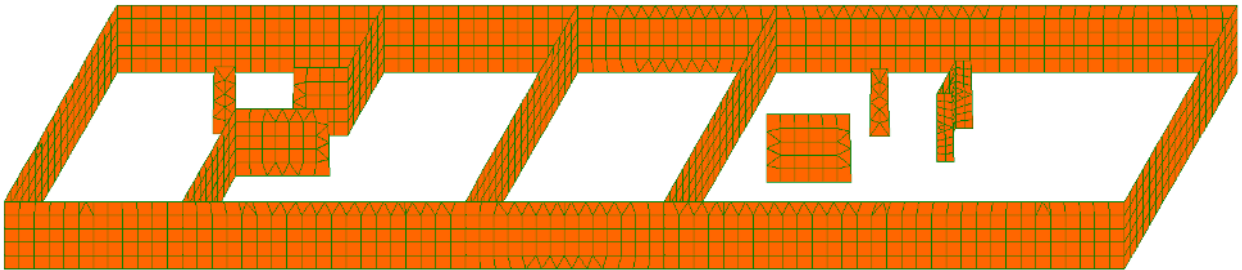
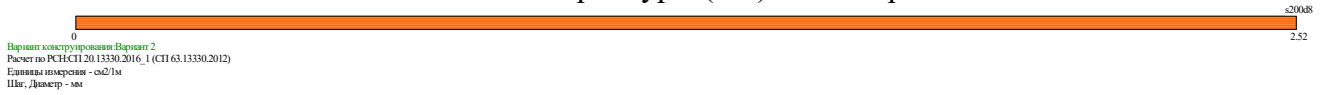
## 4.4.2 Армирование ж.б. стеноколя

### 4.4.2.1 Блок А



Площадь полной арматуры на 1м по оси X у нижней грани (балки-стеноп - поперевие); максимум в элементе 2587

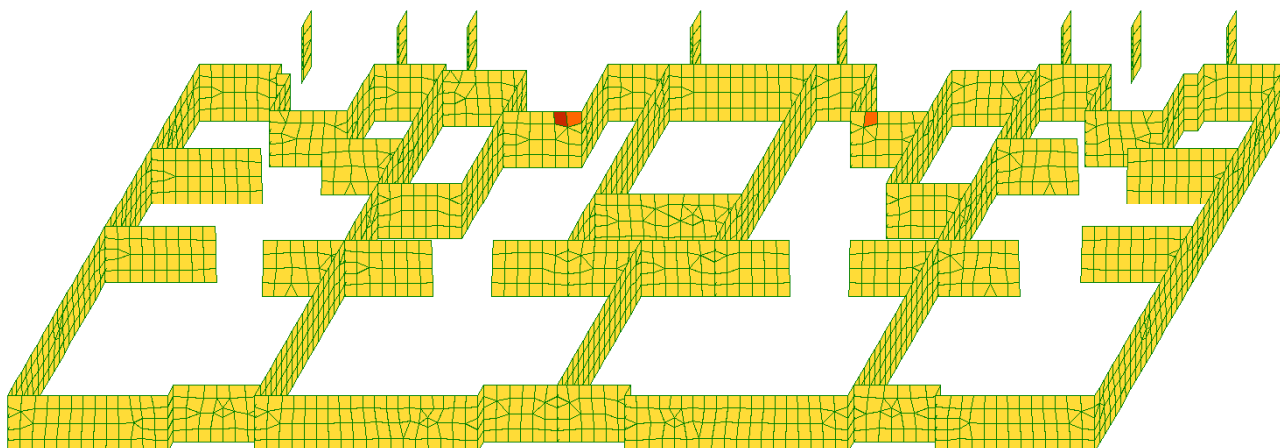
**Рис. 4.38** Горизонтальное армирование стеноколя у одной грани.  
Мозаика площади арматуры (см<sup>2</sup>) на 1 метр погонный.



Площадь полной арматуры на 1м по оси Y у верхней грани; максимум в элементе 2587

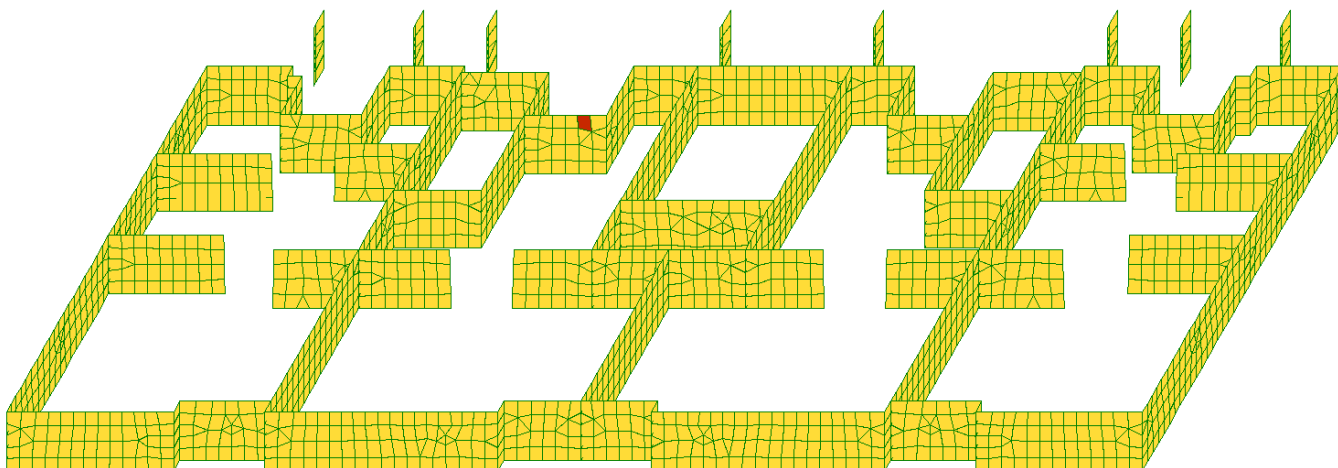
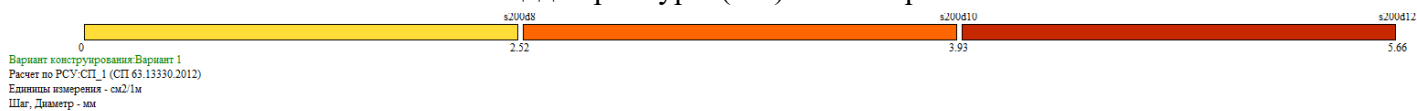
**Рис. 4.39** Вертикальное армирование стеноколя у одной грани.  
Мозаика площади арматуры (см<sup>2</sup>) на 1 метр погонный.

#### 4.4.2.2 БлокВ, С, Д



Zy  
 ↑x ↓y

**Рис. 4.40** Горизонтальное армирование стен цоколя у одной грани.  
 Мозаика площади арматуры (см<sup>2</sup>) на 1 метр погонный.



**Рис. 4.41** Горизонтальное армирование стен цоколя у одной грани.  
 Мозаика площади арматуры (см<sup>2</sup>) на 1 метр погонный.

## 4.5 Расчет ж.б. стен

### 4.5.1 Напряжения в ж.б. стенах

#### 4.5.1.1 Блок А

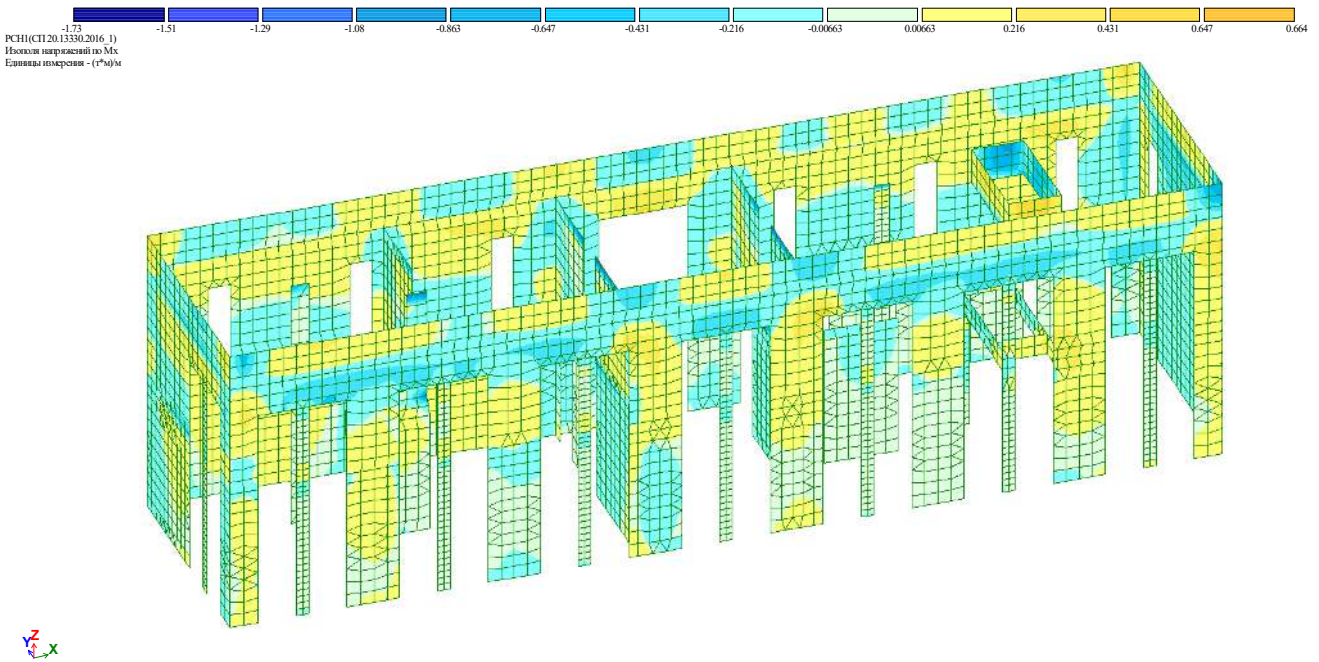


Рис. 4.42 Изополю напряжений  $M_{xv}$  стенах

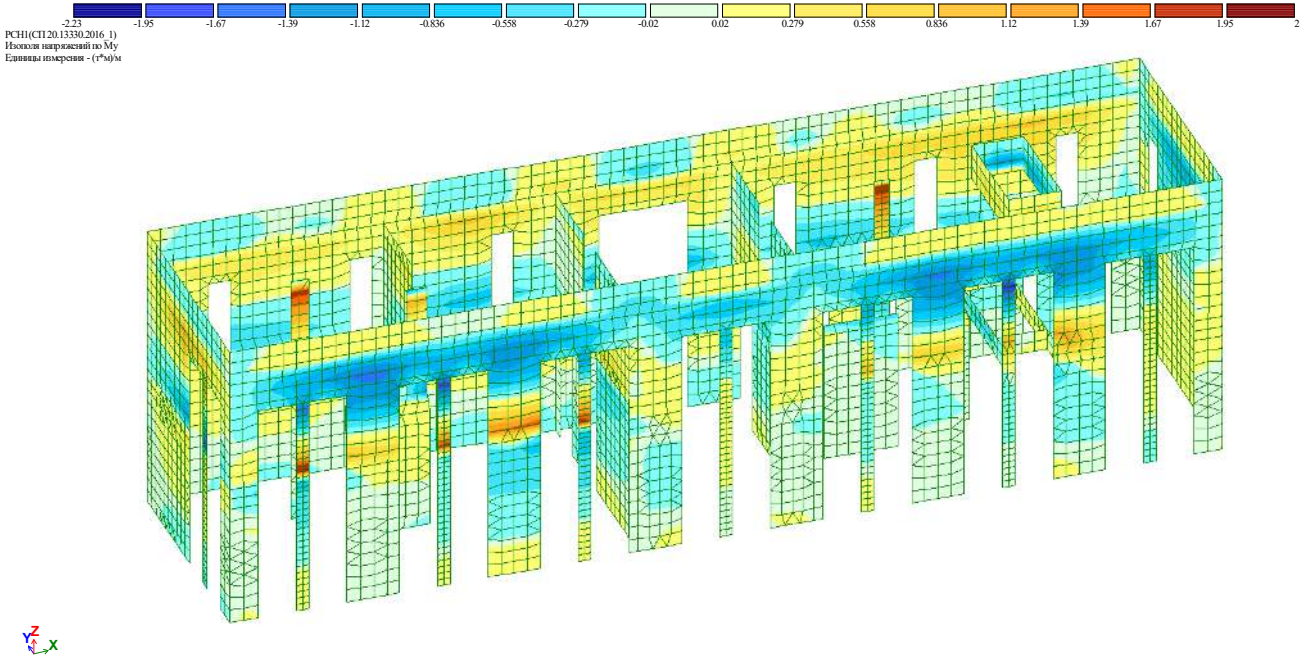


Рис. 4.43 Изополю напряжений  $M_{uv}$  стенах от РСН 1

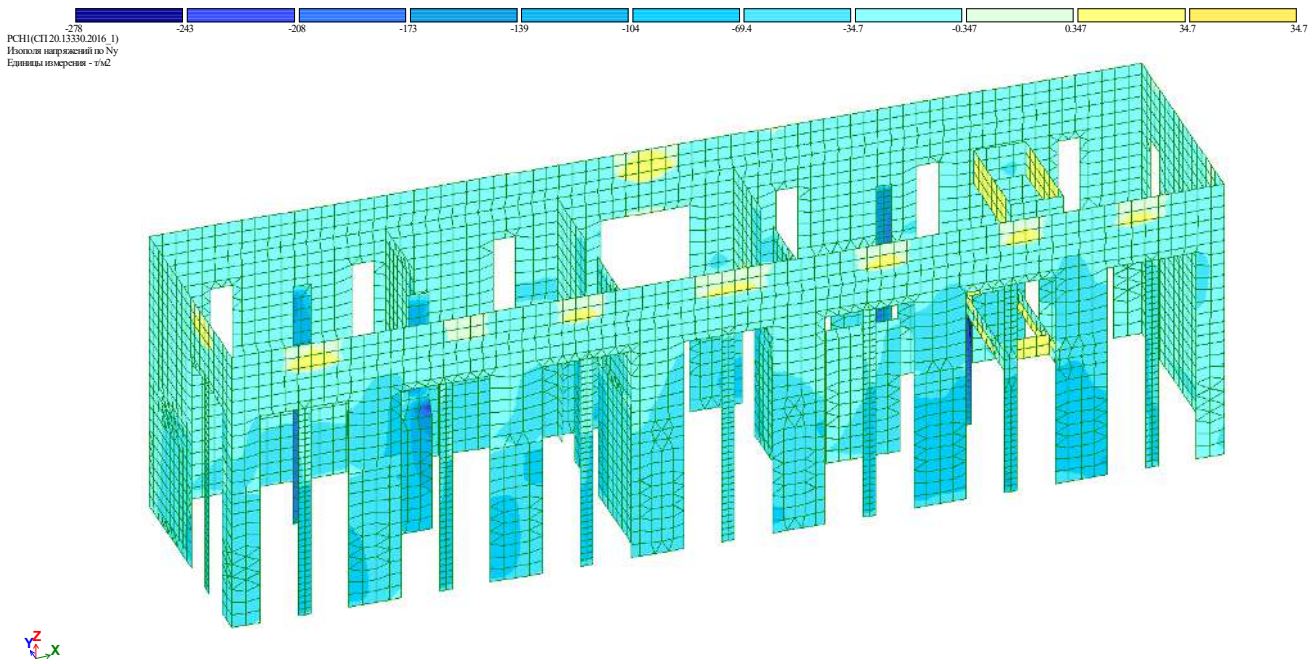


Рис. 4.44 Изополю напряжений  $N_y$  в стенах от РСН 1

#### 4.5.1.2 БлокВ, С, Д

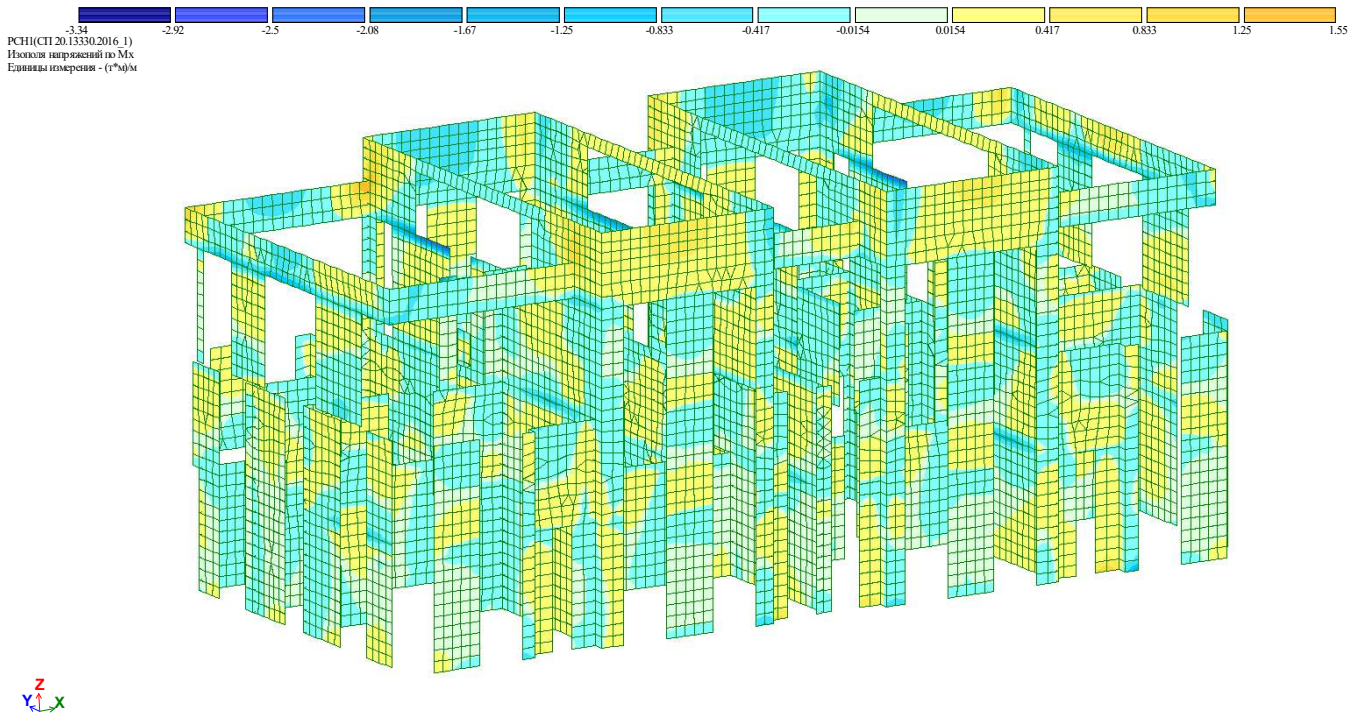
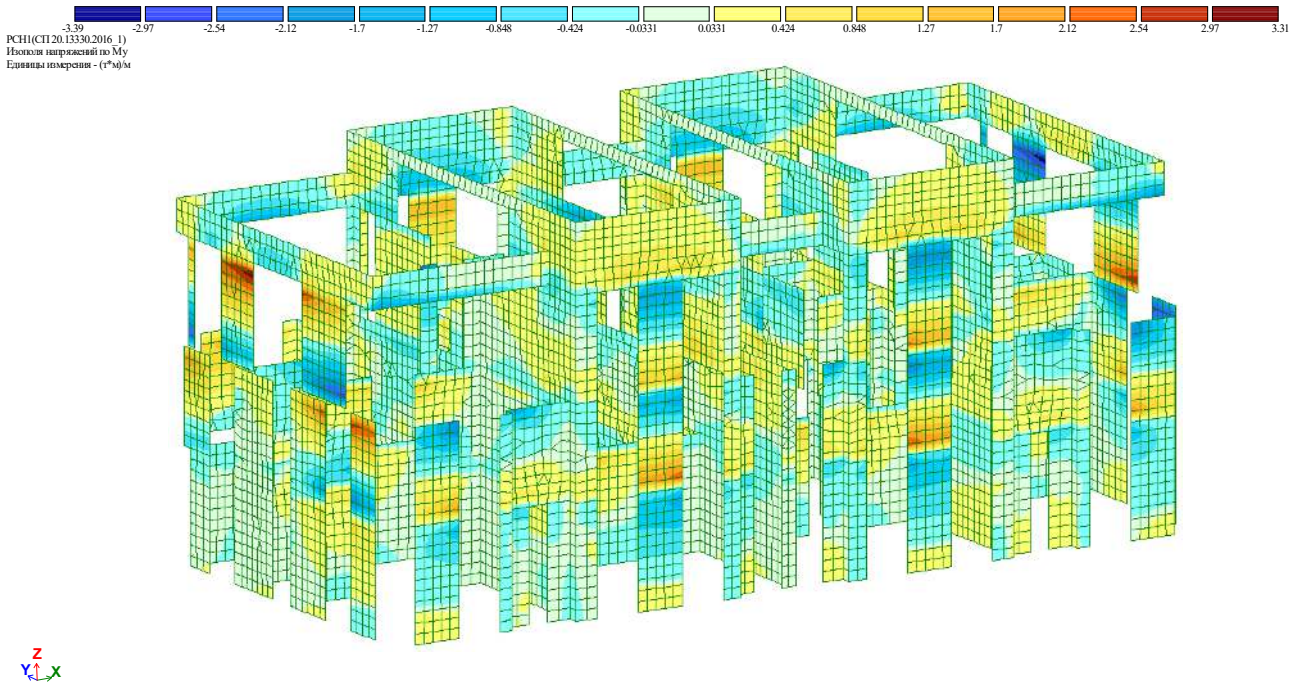
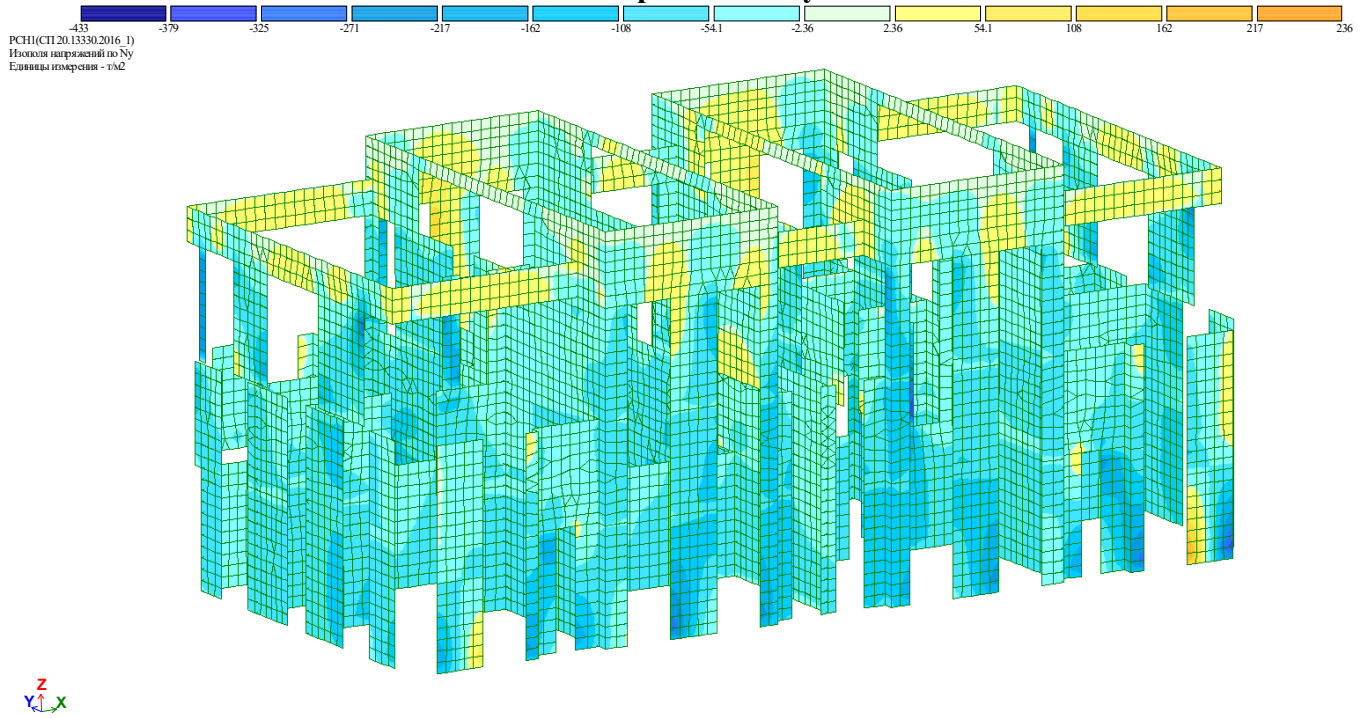


Рис. 4.45 Изополю напряжений  $M_x$  в стенах от РСН 1



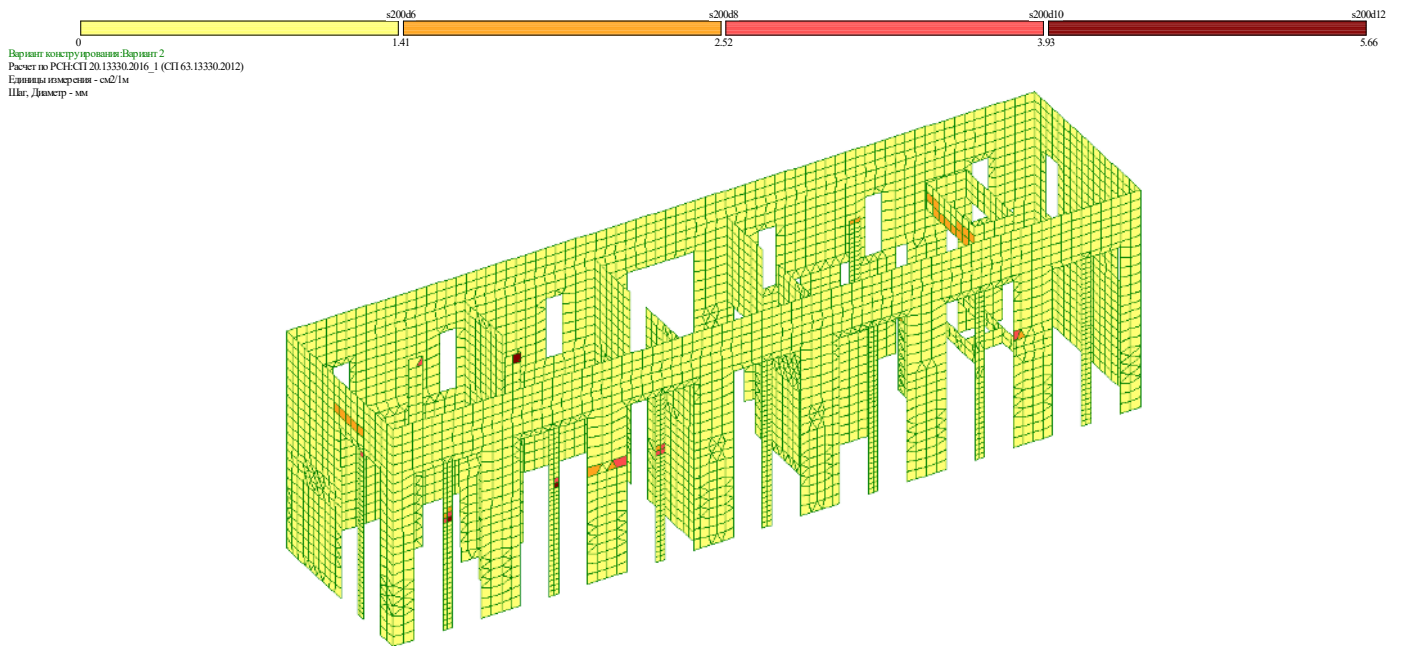
**Рис. 4.46** Изополя напряжений  $M_y$  в стенах от РСН 1



**Рис. 4.47** Изополя напряжений  $N_y$  в стенах от РСН 1

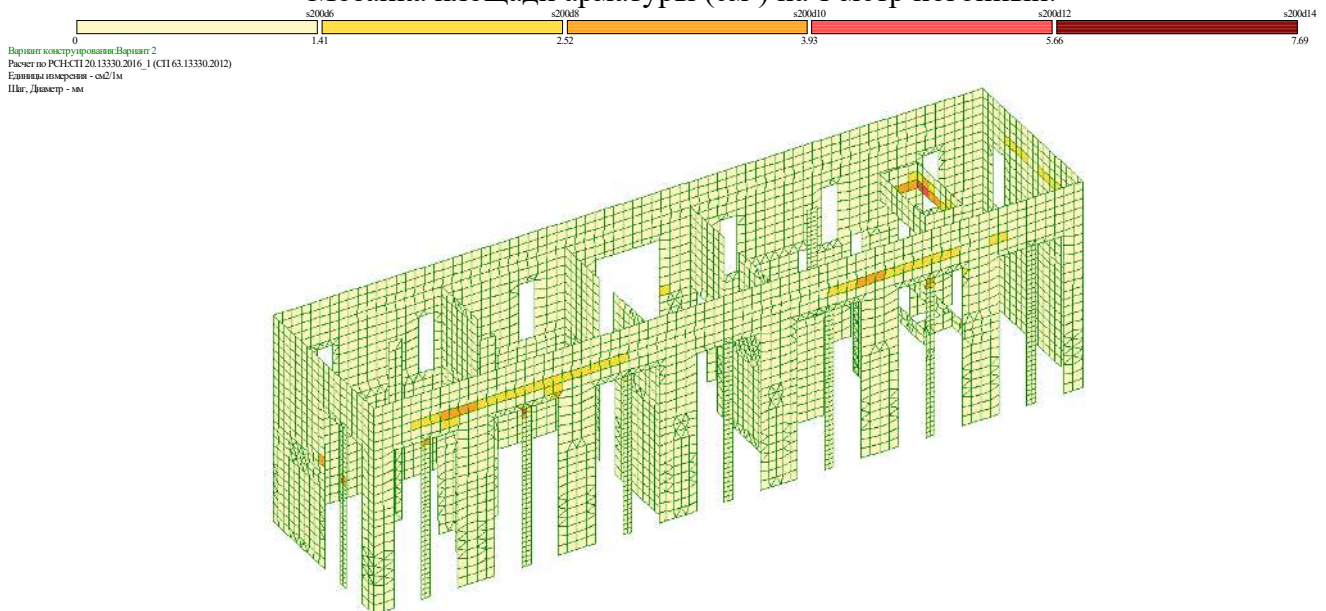
## 4.5.2 Армирование ж.б. стен

### 4.5.2.1 Блок А



Площадь поперечной арматуры на 1м по оси Y у нижней грани (белая-стены - поперечные), максимум в элементе 8239

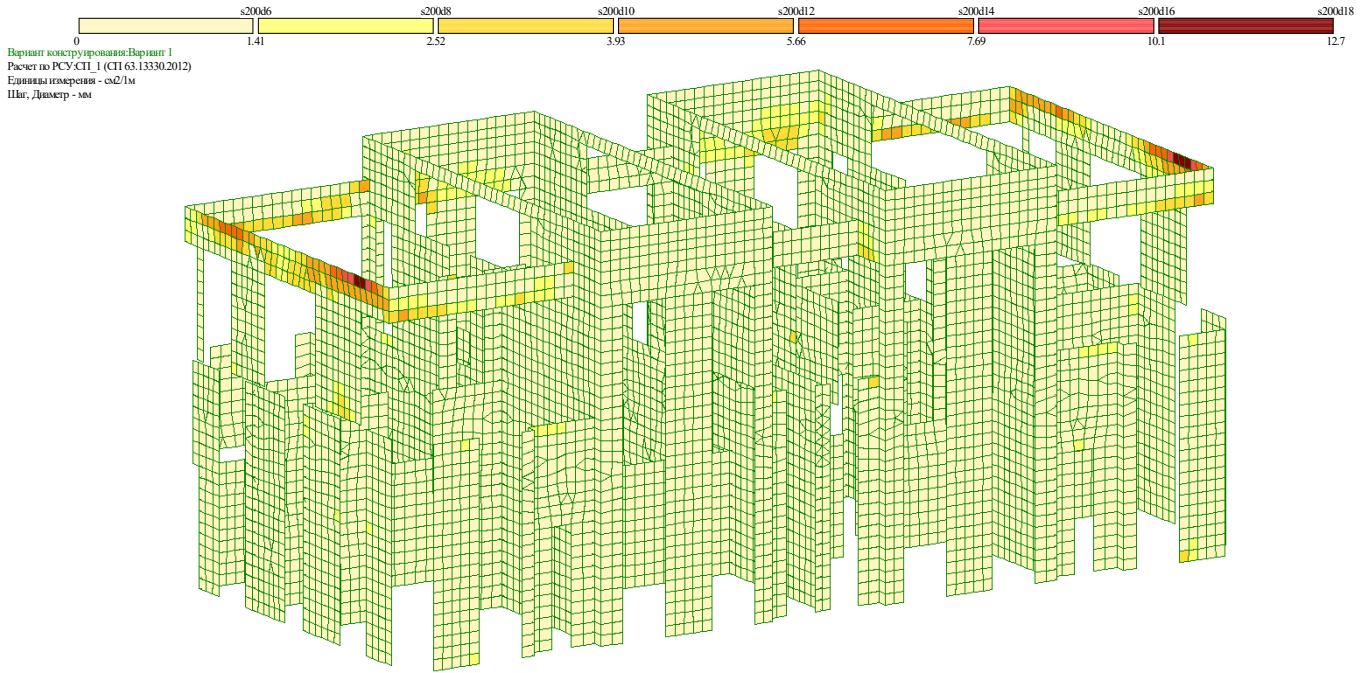
**Рис. 4.48** Горизонтальное армирование стен у одной грани.  
 Мозаика площади арматуры (см<sup>2</sup>) на 1 метр погонный.



Площадь поперечной арматуры на 1м по оси Y у верхней грани максимум в элементе 8058

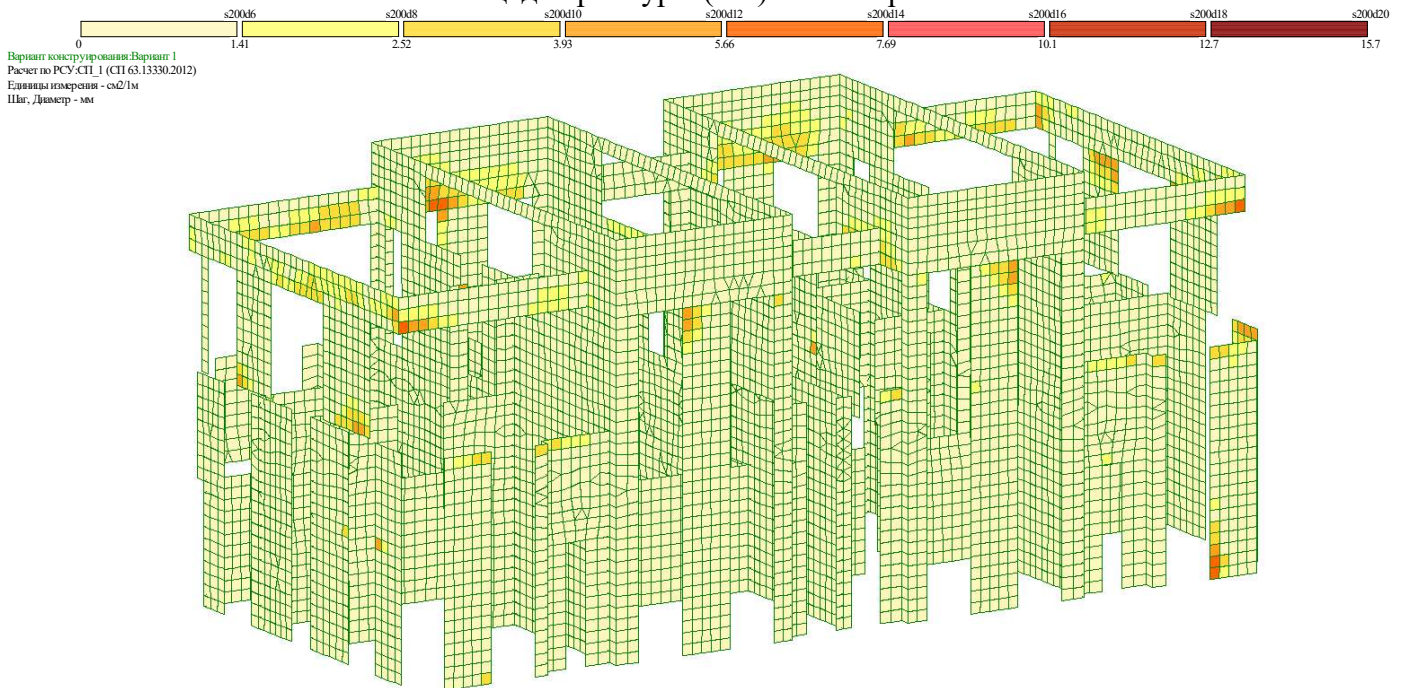
**Рис. 4.49** Вертикальное армирование стен у одной грани.  
 Мозаика площади арматуры (см<sup>2</sup>) на 1 метр погонный.

4.5.2.2 Блок В, С, Д



z  
y x  
 Площадь полной арматуры на 1м по оси X у верхней грани; максимум в элементе 25854

**Рис. 4.48Г** Горизонтальное армирование стен у одной грани.  
 Мозаика площади арматуры (см<sup>2</sup>) на 1 метр погонный.



z  
y x  
 Площадь полной арматуры на 1м по оси Y у верхней грани; максимум в элементе 22133

**Рис. 4.48В** Вертикальное армирование стен у одной грани.  
 Мозаика площади арматуры (см<sup>2</sup>) на 1 метр погонный.



## 4.6 Расчет ж.б. плит перекрытия

### 4.6.1 Блок А

#### 4.6.1.1 Напряжения в ж.б. плите перекрытия на отм. +4.000

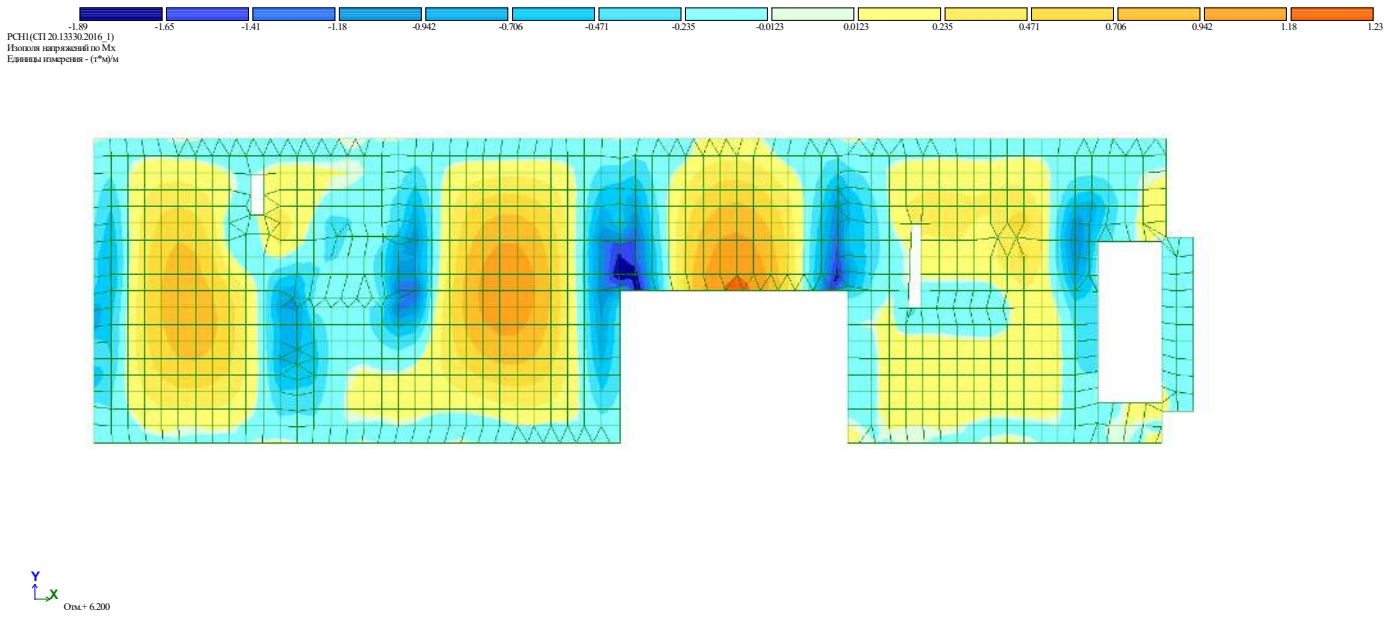


Рис. 4.49 Изополюсы напряжений  $M_{xв}$  плите перекрытия на отм. +4.000 от РСН 1

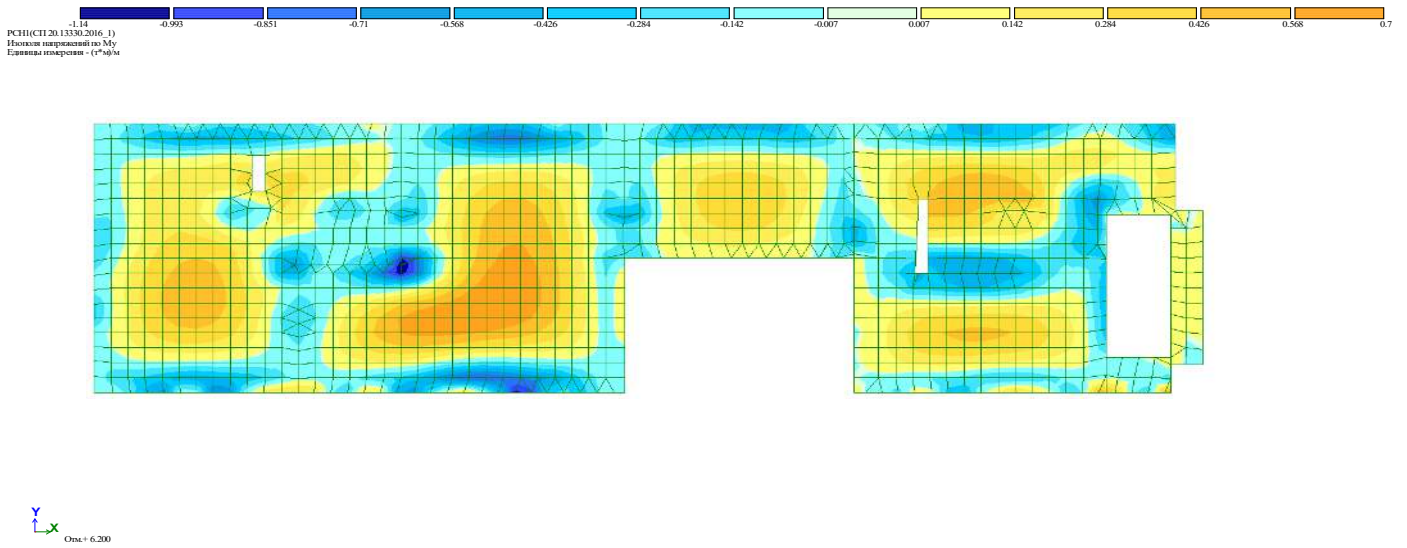
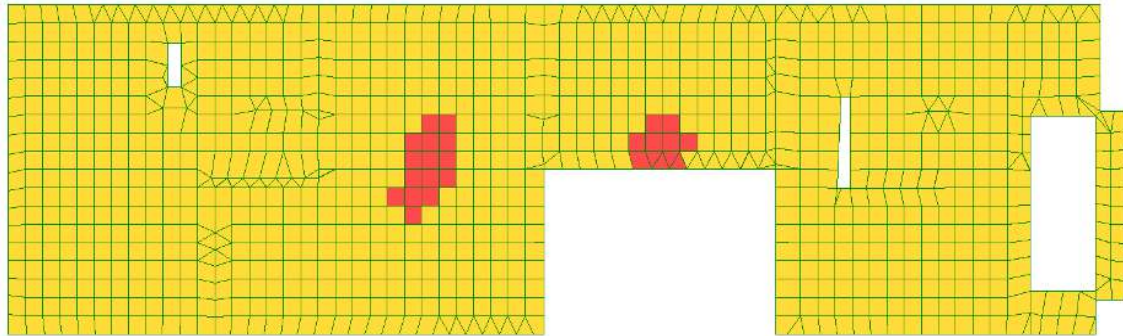
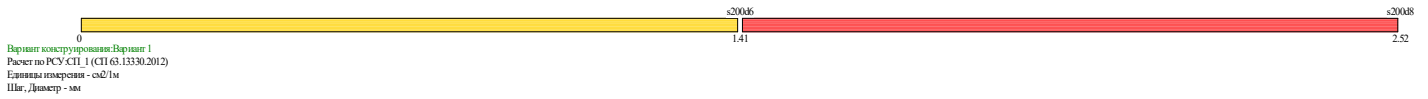
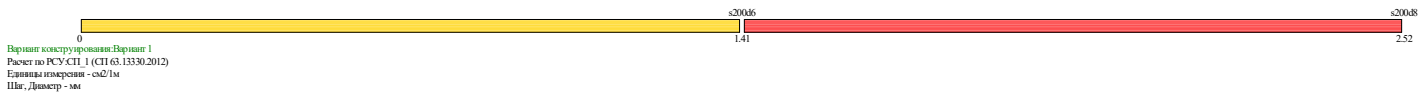


Рис. 4.50 Изополюсы напряжений  $M_{yв}$  плите перекрытия на отм. +4.000 от РСН 1

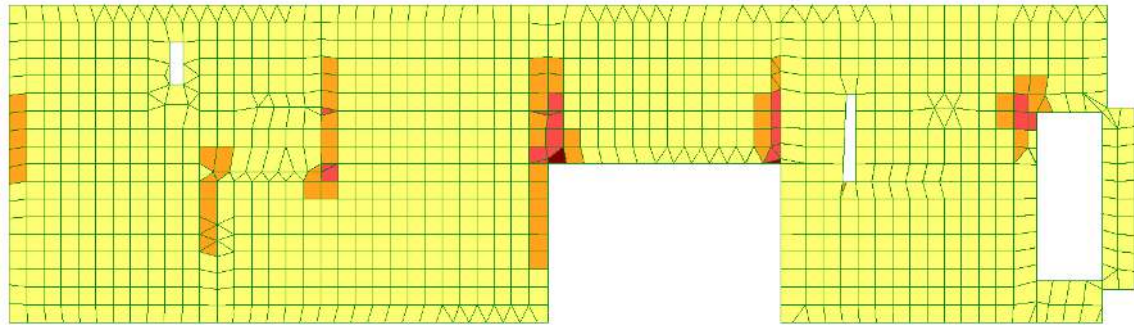
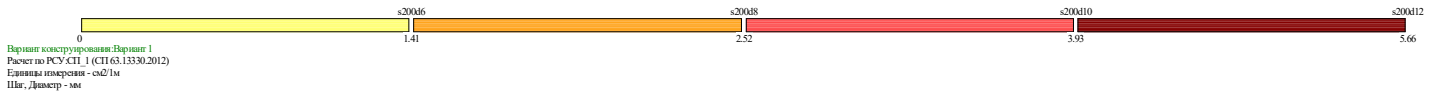
#### 4.6.1.2 Армирование ж.б. плиты перекрытия на отм. +4.000



**Рис. 4.51 Армирование плиты перекрытия на отм. +4.000 по оси X у нижней грани.**  
Мозаика площади арматуры (см<sup>2</sup>) на 1 метр погонный.

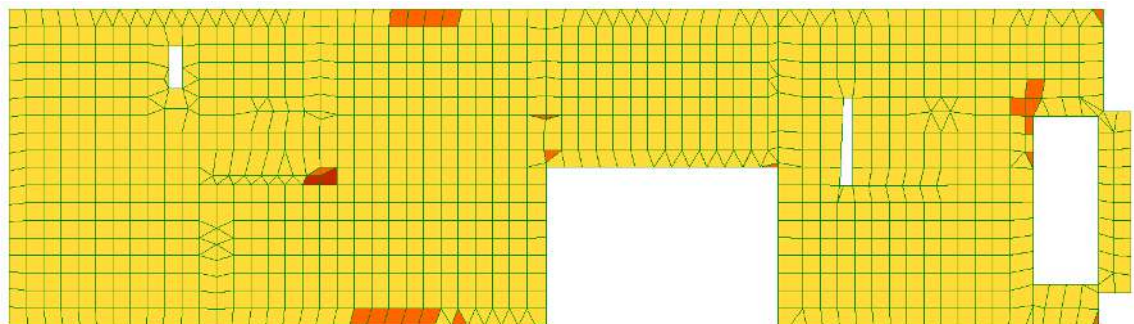
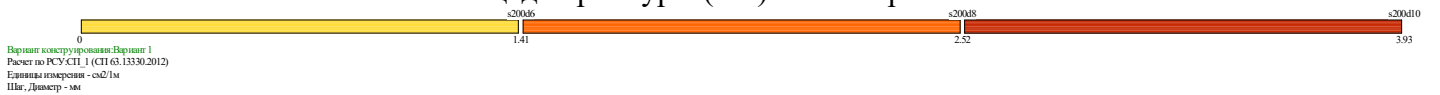


**Рис. 4.52 Армирование плиты перекрытия на отм. +4.000 по оси Y у нижней грани.**  
Мозаика площади арматуры (см<sup>2</sup>) на 1 метр погонный.



Y  
X  
Отм.+6.200  
Площадь поперечной арматуры на 1м по оси X у верхней грани массива в элементе 781

**Рис. 4.53** Армирование плиты перекрытия на отм. +4.000 по оси X у верхней грани.  
Мозаика площади арматуры (см<sup>2</sup>) на 1 метр погонный.



Y  
X  
Отм.+6.200  
Площадь поперечной арматуры на 1м по оси Y у верхней грани массива в элементе 532

**Рис. 4.54** Армирование плиты перекрытия на отм. +4.000 по оси Y у верхней грани.  
Мозаика площади арматуры (см<sup>2</sup>) на 1 метр погонный.

### 4.6.1.3 Напряжения в ж.б. плите перекрытия на отм. +7.450

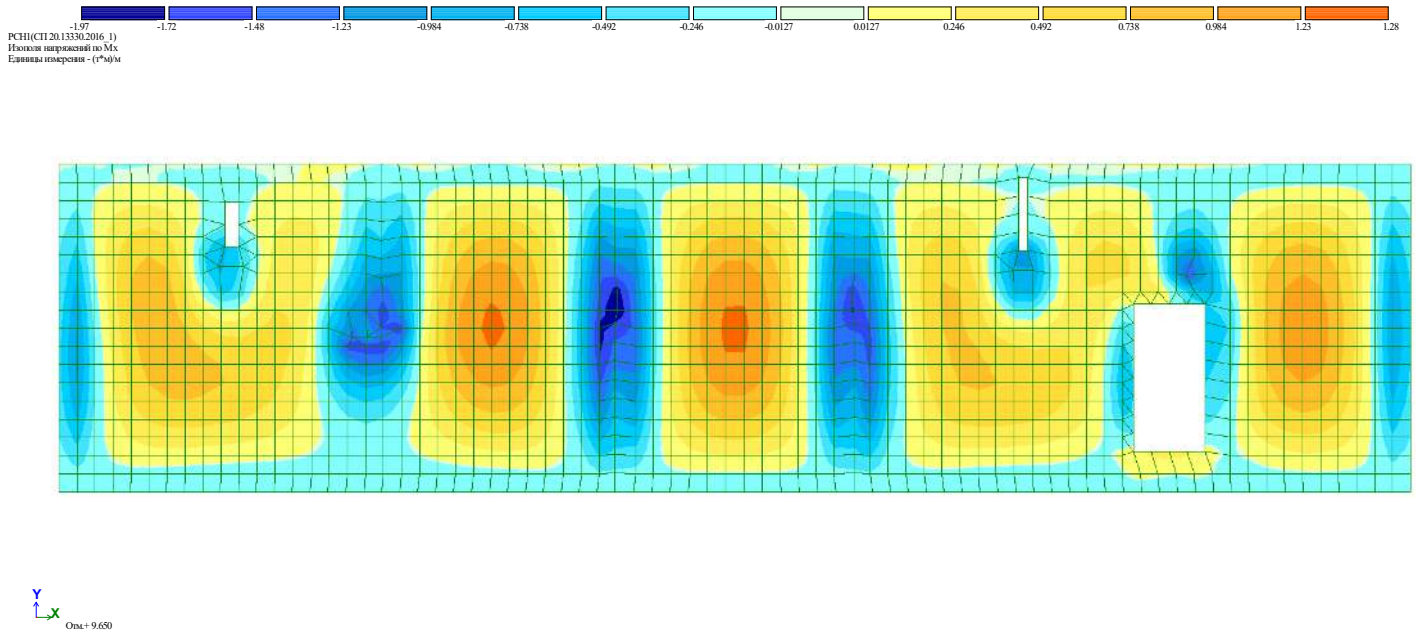


Рис. 4.55 Изополю напряжений  $M_x$  в плите перекрытия на отм. +7.450 от РСН 1

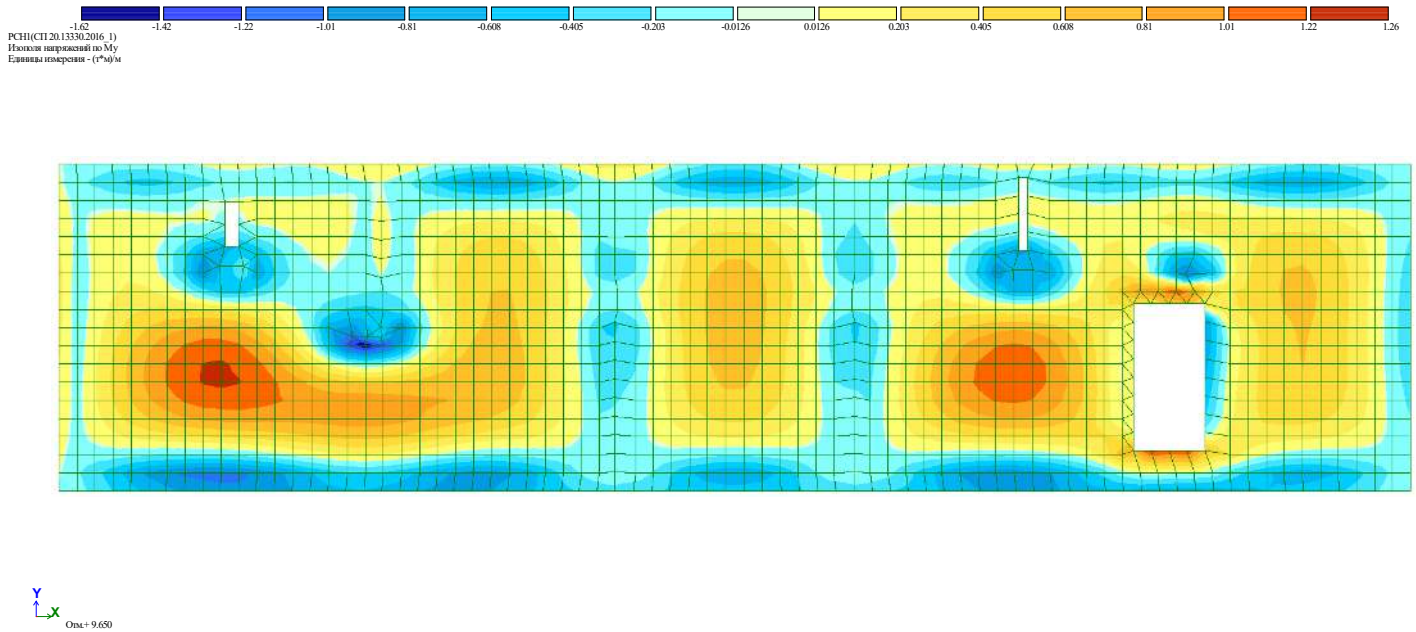
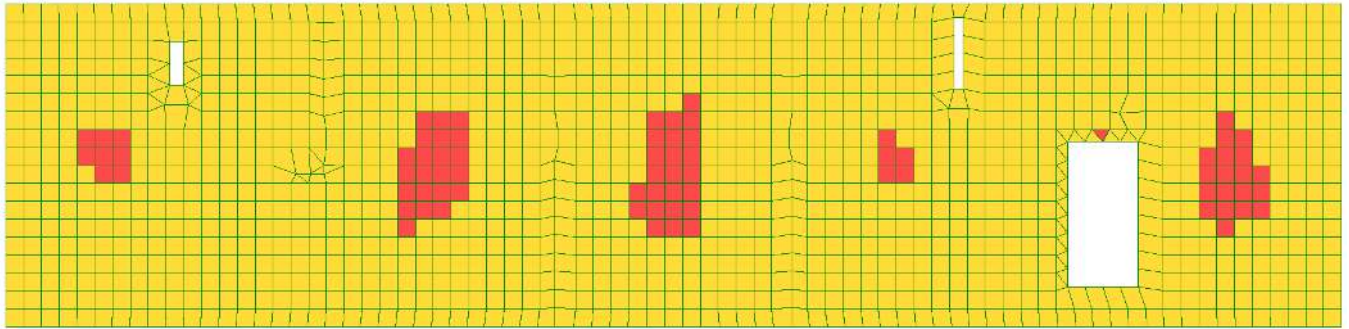
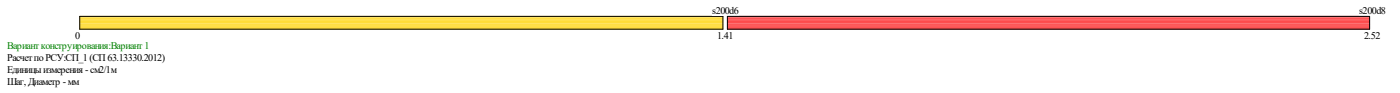


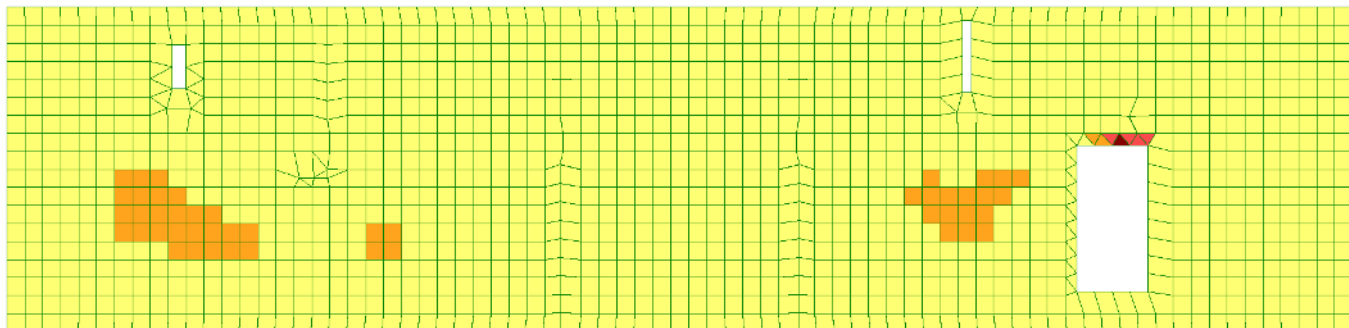
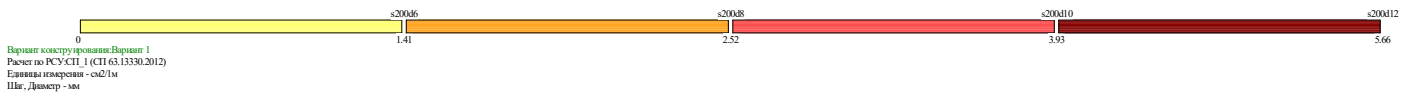
Рис. 4.56 Изополю напряжений  $M_y$  в плите перекрытия на отм. +7.450 от РСН 1

### 4.6.1.4 Армирование ж.б. плиты перекрытия на отм. +7.450



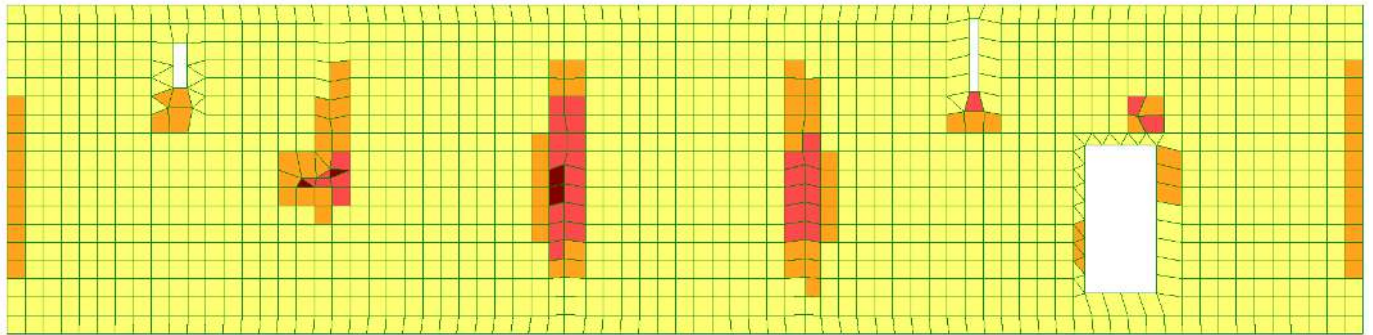
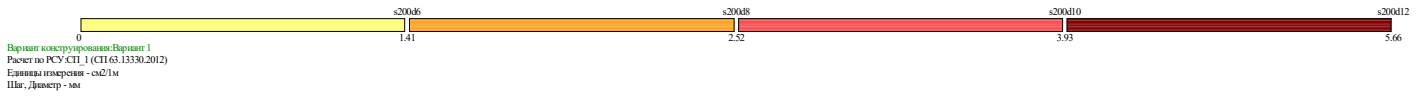
Y  
X  
 Отм.+ 9.650  
 Площадь полой арматуры на 1м по оси X у нижней грани (балки-стены - покрывные); максимум в элементе 1664

**Рис. 4.57 Армирование плиты перекрытия на отм. +7.450 по оси X у нижней грани.**  
 Мозаика площади арматуры (см<sup>2</sup>) на 1 метр погонный.



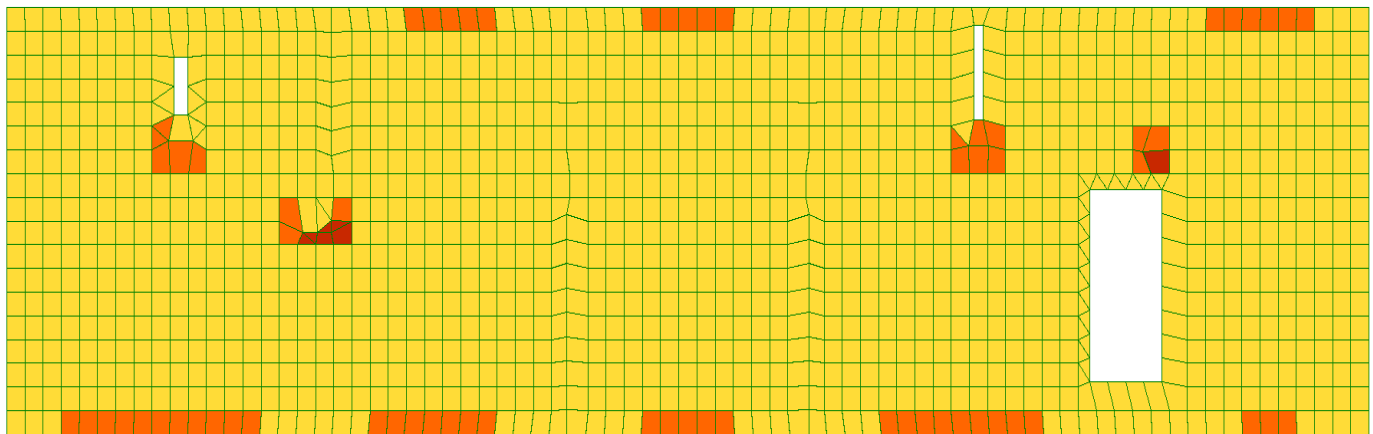
Y  
X  
 Отм.+ 9.650  
 Площадь полой арматуры на 1м по оси Y у нижней грани (балки-стены - покрывные); максимум в элементе 2350

**Рис. 4.58 Армирование плиты перекрытия на отм. +7.450 по оси Y у нижней грани.**  
 Мозаика площади арматуры (см<sup>2</sup>) на 1 метр погонный.



Y  
X  
Ось: + 9.650  
 Площадь: площадь арматуры на 1м по оси X у верхней грани, максимум в элементе 1560

**Рис. 4.59** Армирование плиты перекрытия на отм. +7.450 по оси X у верхней грани.  
 Мозаика площади арматуры (см<sup>2</sup>) на 1 метр погонный.

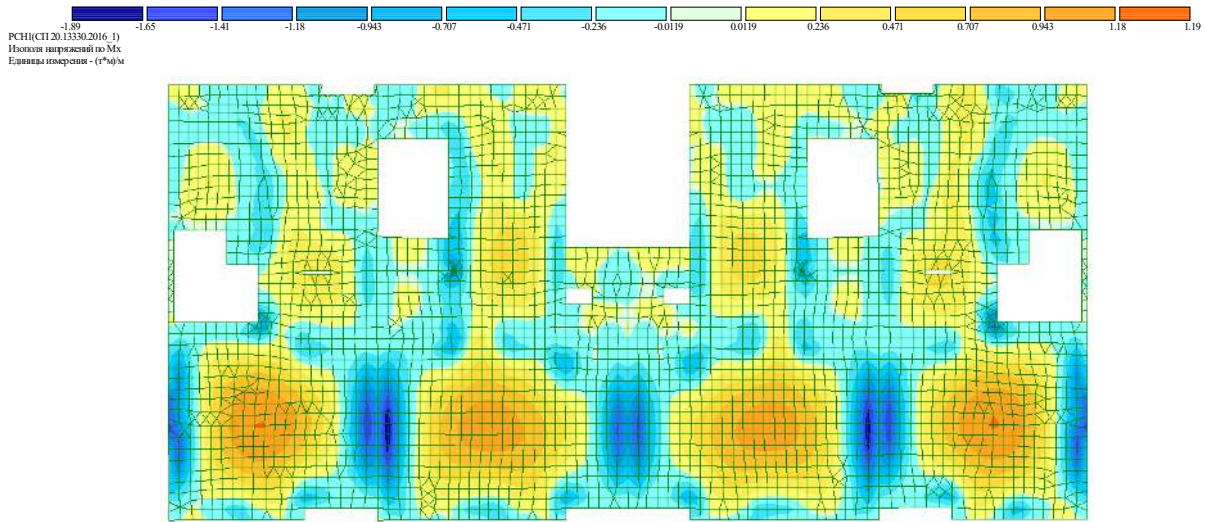


Y  
X  
Ось: + 9.650  
 Площадь: площадь арматуры на 1м по оси Y у верхней грани, максимум в элементе 1535

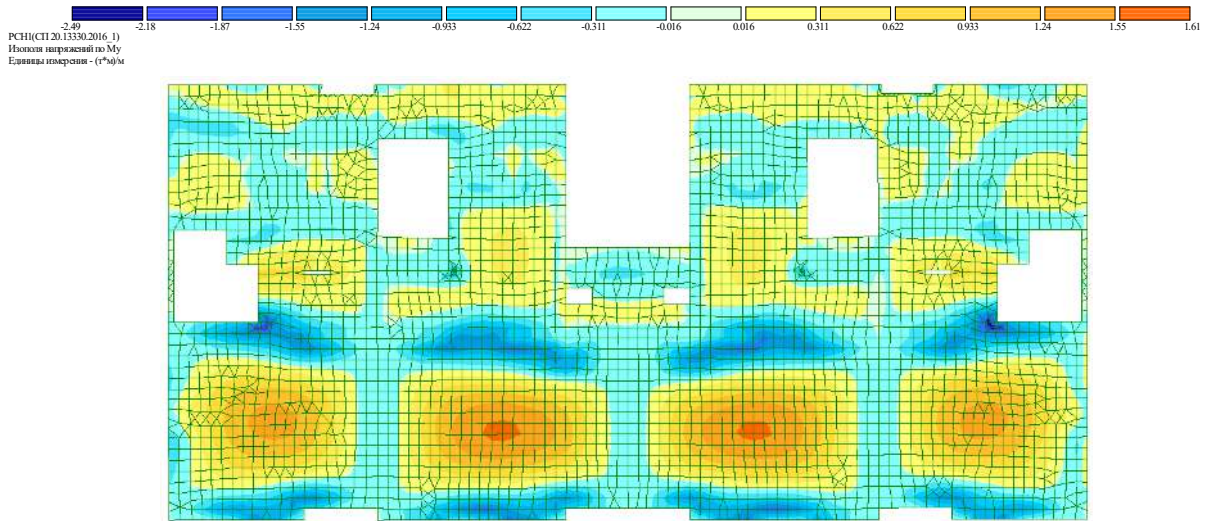
**Рис. 4.60** Армирование плиты перекрытия на отм. +7.450 по оси Y у верхней грани.  
 Мозаика площади арматуры (см<sup>2</sup>) на 1 метр погонный.

## 4.6.2 Блок В, С, Д

### 4.6.2.1 Напряжения в ж.б. плите перекрытия на отм. +4.050



**Рис. 4.61** Изополя напряжений  $M_{xv}$  плите перекрытия на отм. +4.050 от РСН 1

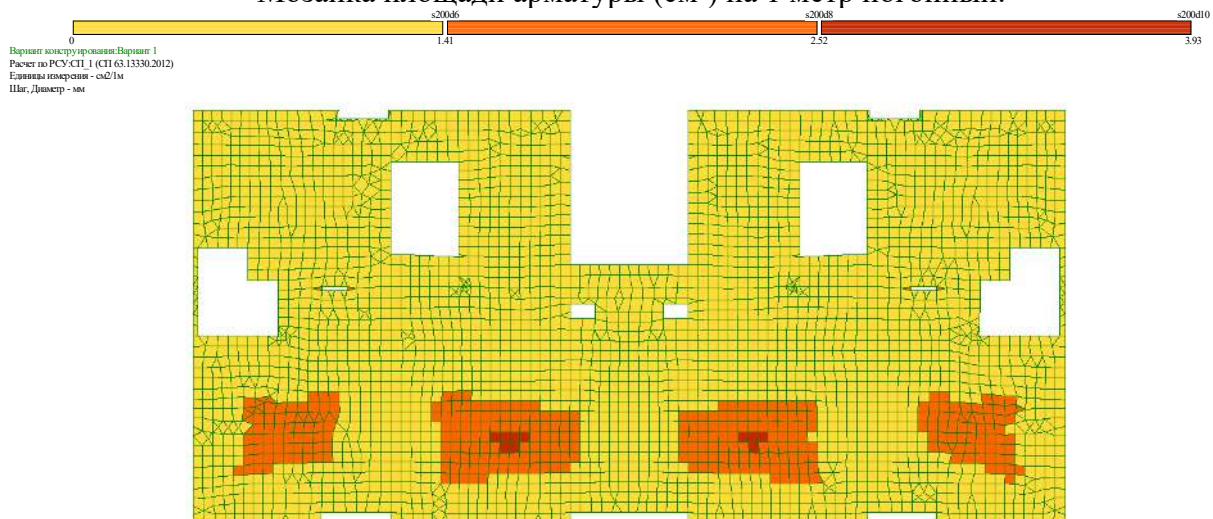


**Рис. 4.62** Изополя напряжений  $M_{yv}$  плите перекрытия на отм. +4.050 от РСН 1

#### 4.6.2.2 Армирование ж.б. плиты перекрытия на отм. +4.050

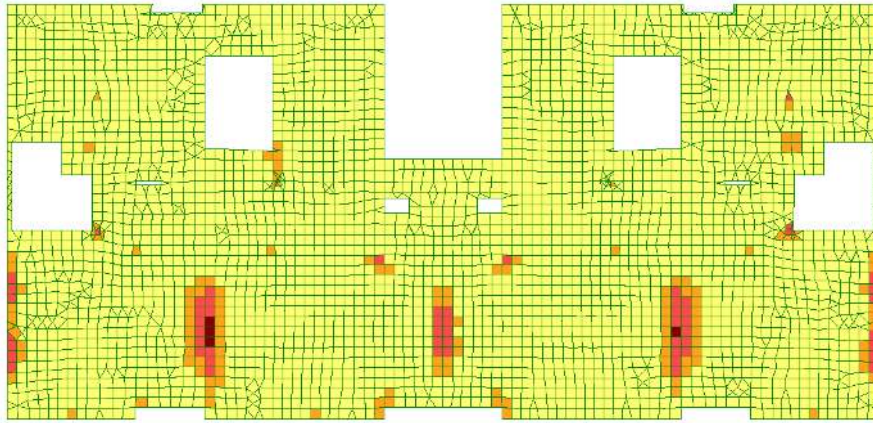
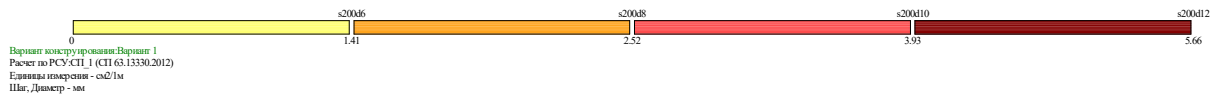


**Рис. 4.63 Армирование плиты перекрытия на отм. +4.050 по оси X у нижней грани.**  
 Мозаика площади арматуры (см<sup>2</sup>) на 1 метр погонный.



**Рис. 4.64 Армирование плиты перекрытия на отм. +4.050 по оси Y у нижней грани.**  
 Мозаика площади арматуры (см<sup>2</sup>) на 1 метр погонный.

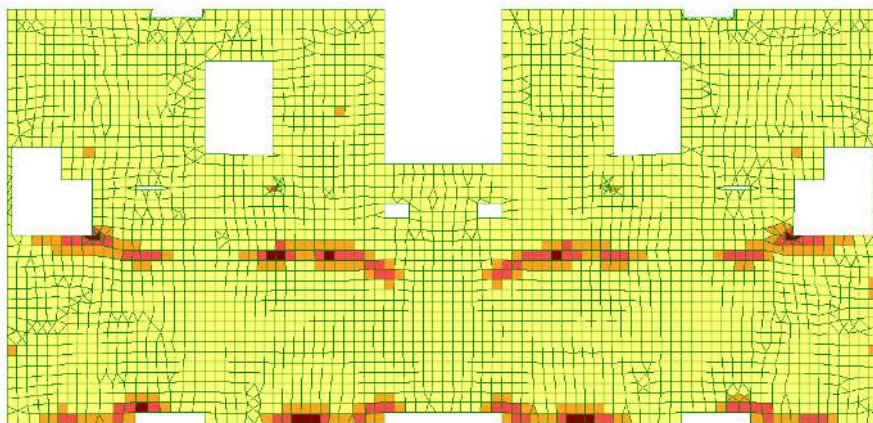
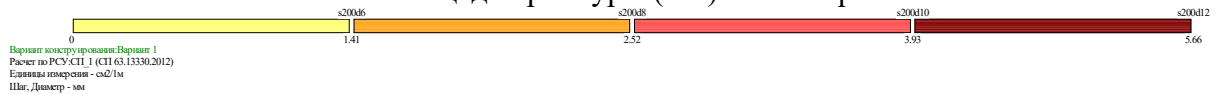




Y  
X  
Отм + 6.330  
Площадь полной арматуры на 1м по оси X у верхней грани максимум в элементе 1450

**Рис. 4.65** Армирование плиты перекрытия на отм. +4.050 по оси X у верхней грани.

Мозаика площади арматуры (см<sup>2</sup>) на 1 метр погонный.

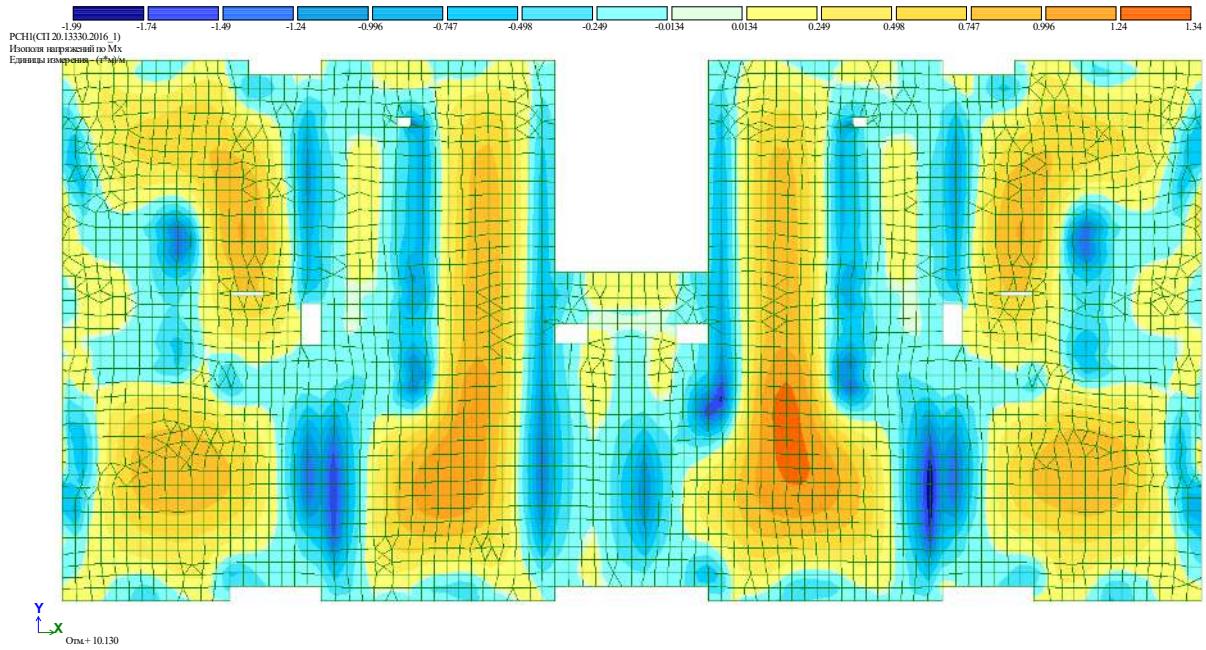


Y  
X  
Отм + 6.330  
Площадь полной арматуры на 1м по оси Y у верхней грани максимум в элементе 3333

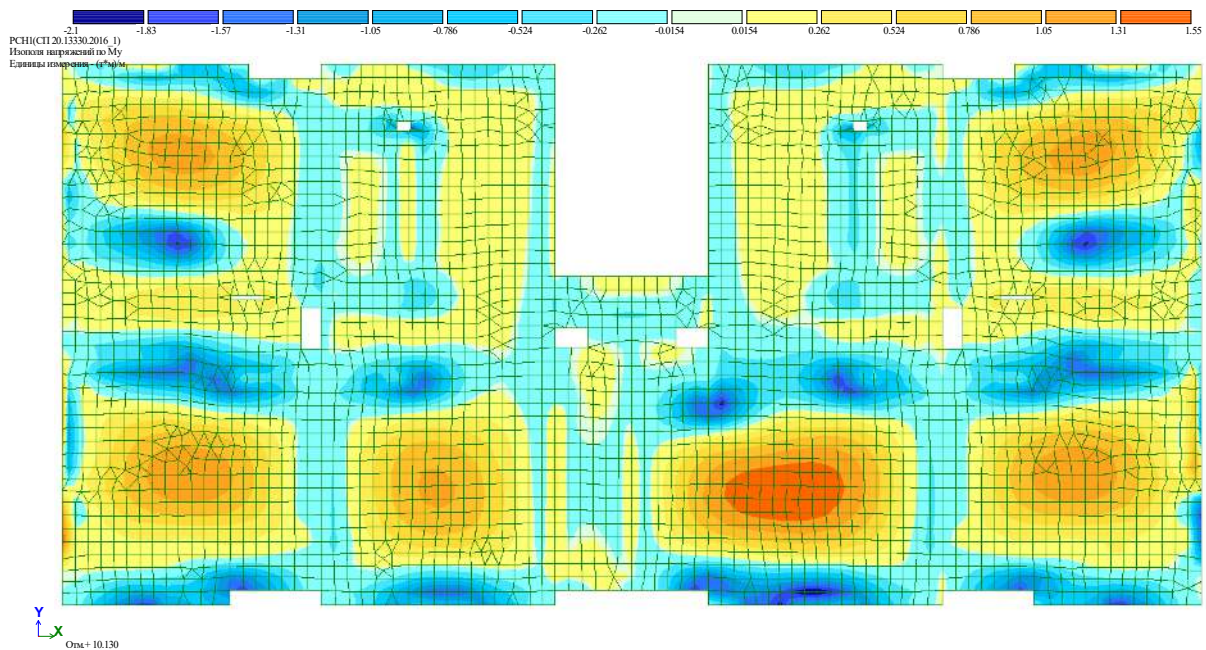
**Рис. 4.66** Армирование плиты перекрытия на отм. +4.050 по оси Y у верхней грани.

Мозаика площади арматуры (см<sup>2</sup>) на 1 метр погонный.

### 4.6.2.3 Напряжения в ж.б. плите перекрытия на отм. +7.850



**Рис. 4.67** Изополя напряжений  $M_x$  плите перекрытия на отм. +7.850 от РСН 1

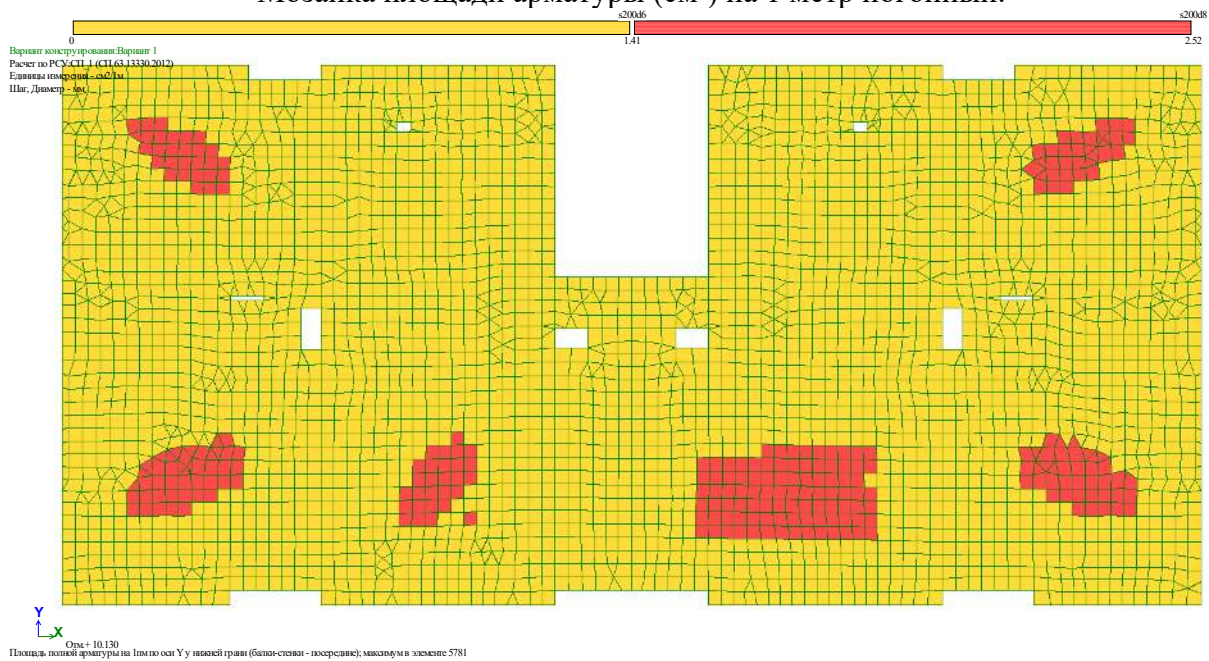


**Рис. 4.68** Изополя напряжений  $M_y$  плите перекрытия на отм. +7.850 от РСН 1

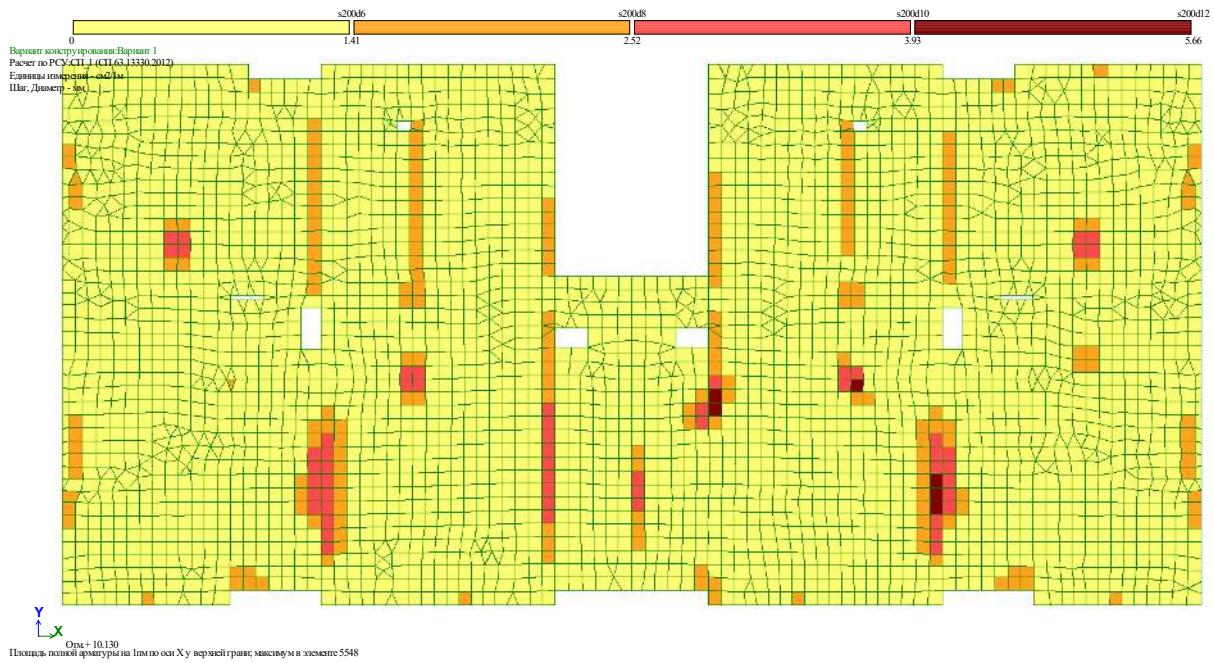
#### 4.6.2.4 Армирование ж.б. плиты перекрытия на отм. +7.850



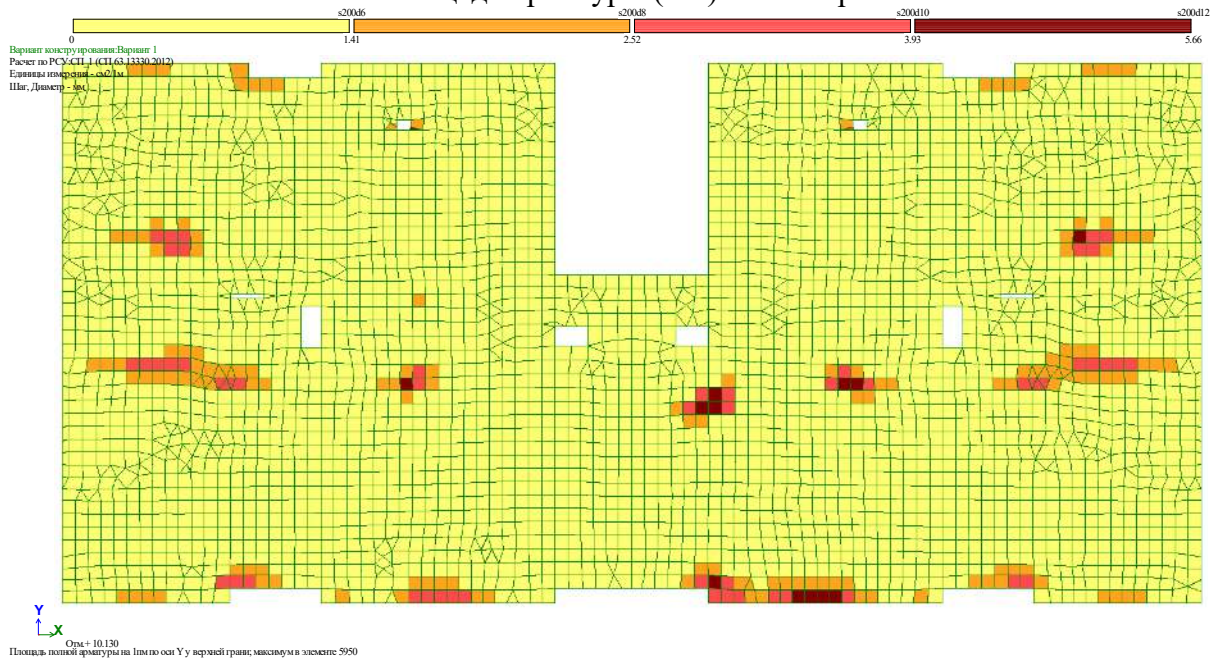
**Рис. 4.69** Армирование плиты перекрытия на отм. +7.850 по оси X у нижней грани.  
Мозаика площади арматуры (см<sup>2</sup>) на 1 метр погонный.



**Рис. 4.70** Армирование плиты перекрытия на отм. +7.850 по оси Y у нижней грани.  
Мозаика площади арматуры (см<sup>2</sup>) на 1 метр погонный.



**Рис. 4.71** Армирование плиты перекрытия на отм. +7.850 по оси X у верхней грани.  
 Мозаика площади арматуры (см<sup>2</sup>) на 1 метр погонный.



**Рис. 4.72** Армирование плиты перекрытия на отм. +4.050 по оси Y у верхней грани.  
 Мозаика площади арматуры (см<sup>2</sup>) на 1 метр погонный.

#### 4.6.2.5 Напряжения в ж.б. плите перекрытия на отм. +12.000

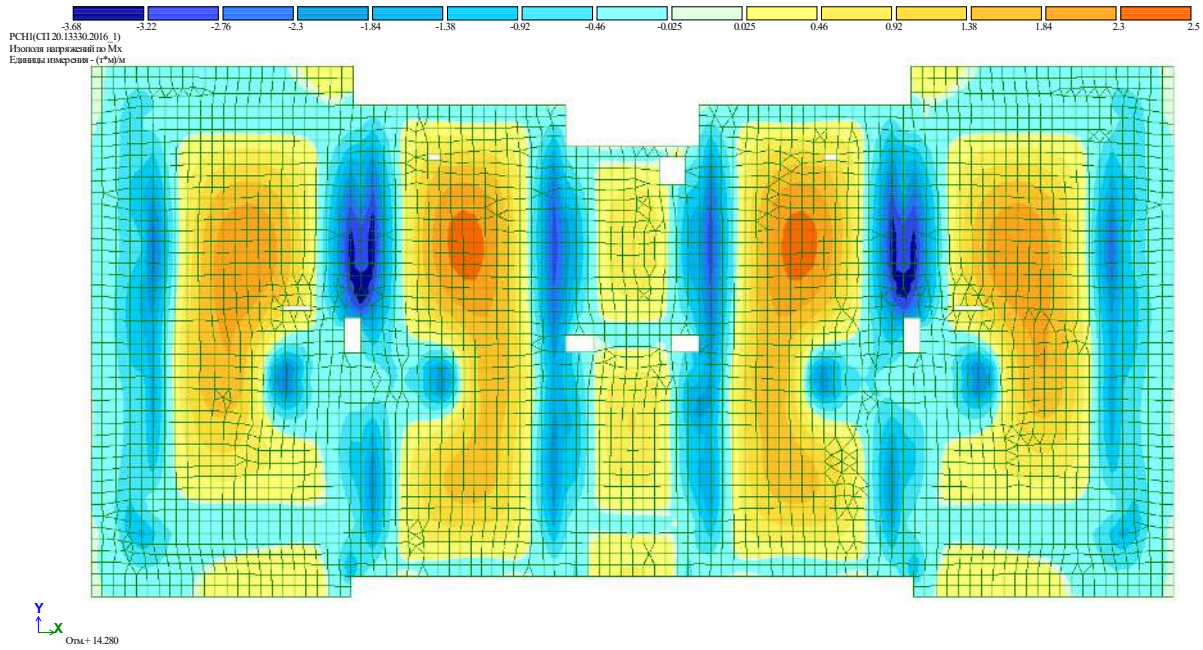


Рис. 4.73 Изополя напряжений  $M_{xv}$  плите перекрытия на отм. +12.000 от РСН 1

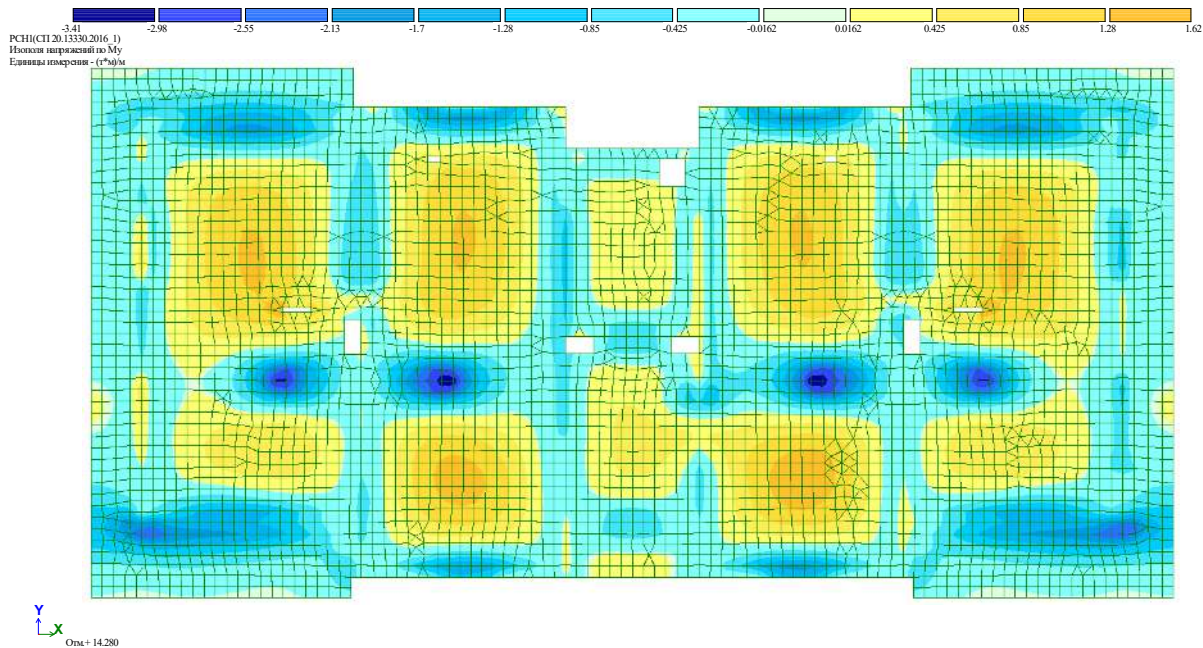
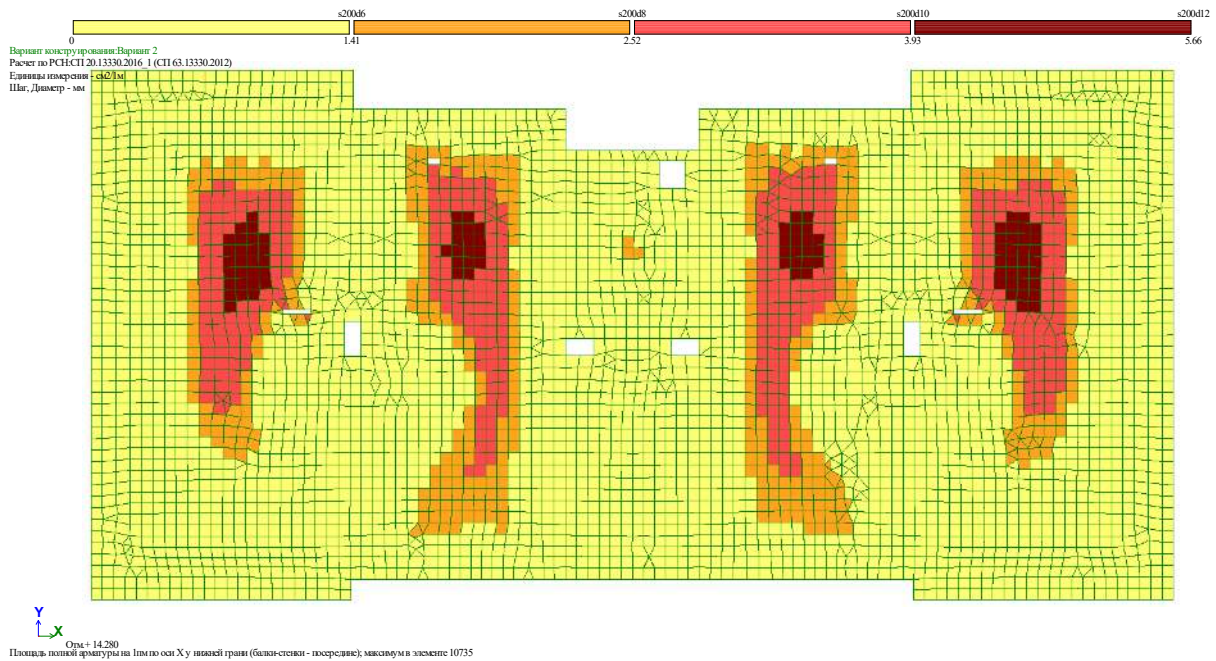
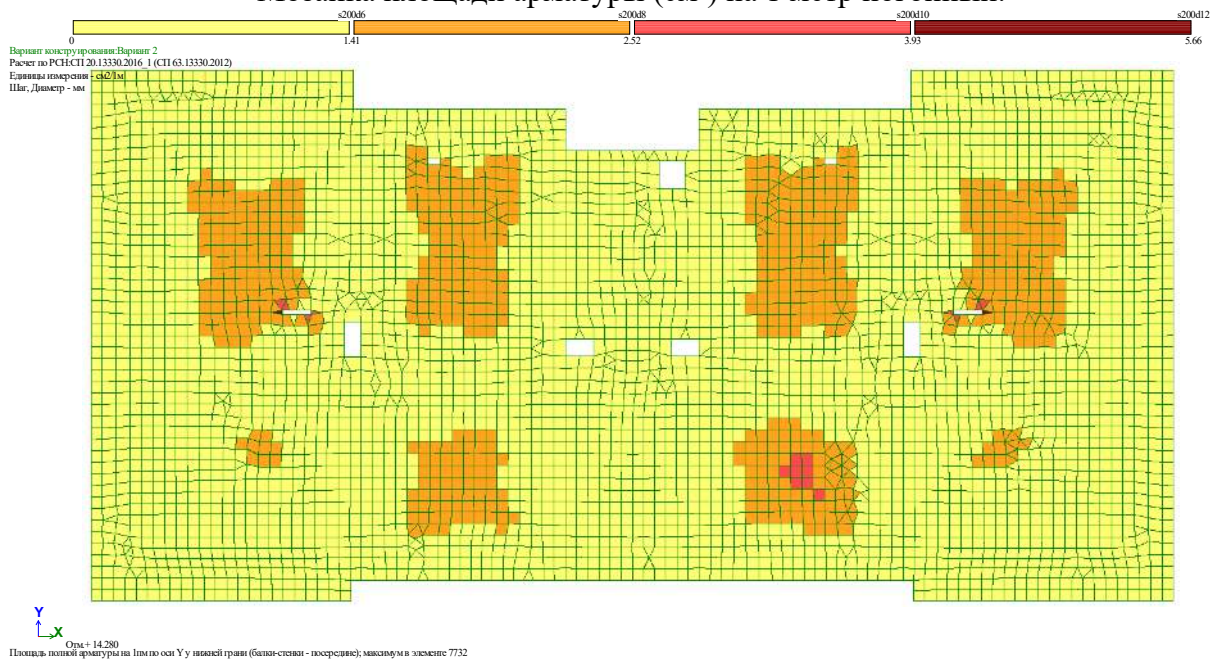


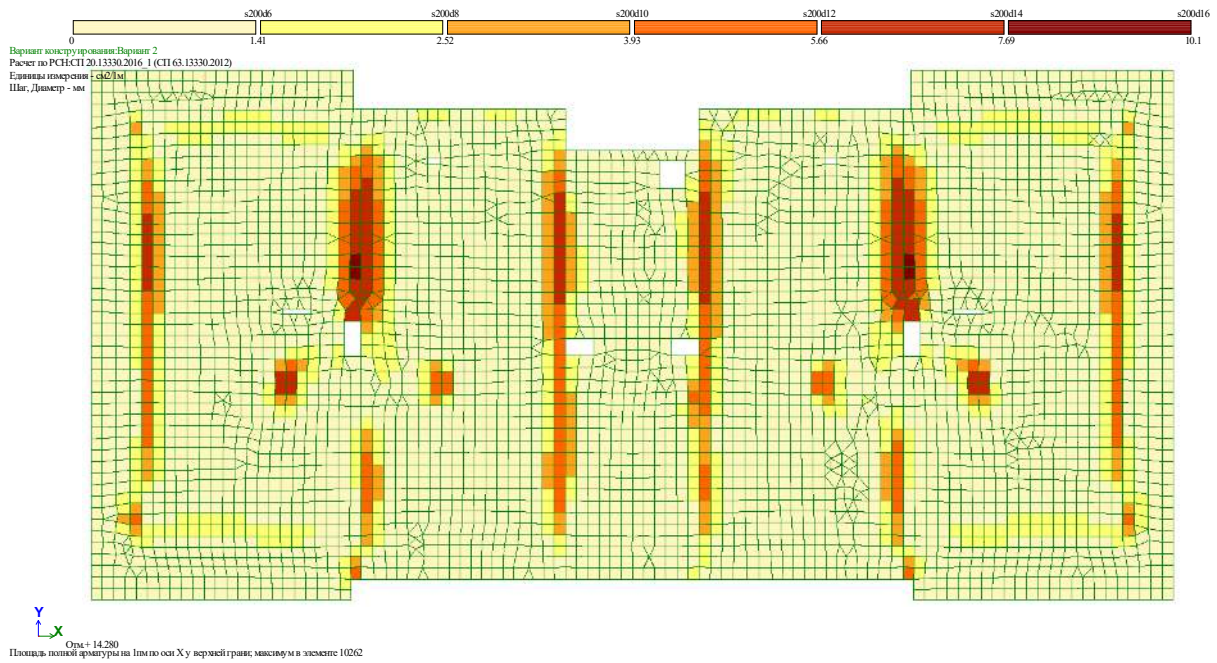
Рис. 4.74 Изополя напряжений  $M_{yv}$  плите перекрытия на отм. +12.000 от РСН 1



**Рис. 4.75** Армирование плиты перекрытия на отм. +12.000 по оси X у нижней грани.  
 Мозаика площади арматуры (см<sup>2</sup>) на 1 метр погонный.

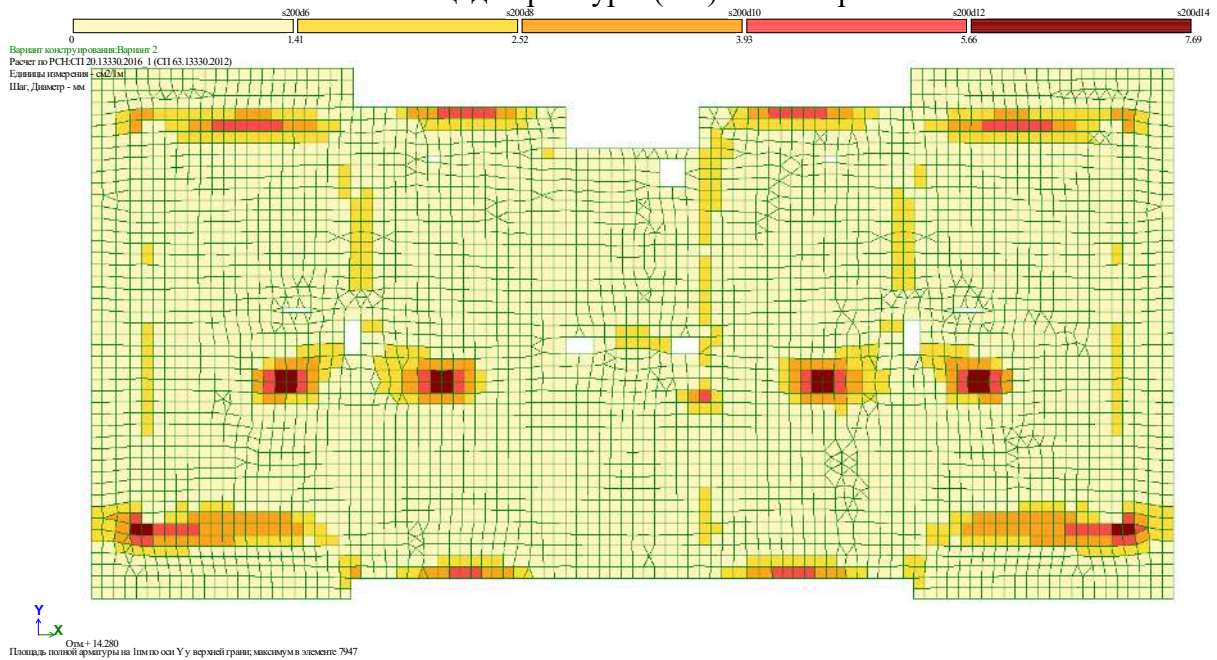


**Рис. 4.76** Армирование плиты перекрытия на отм. +12.000 по оси Y у нижней грани.  
 Мозаика площади арматуры (см<sup>2</sup>) на 1 метр погонный.



**Рис. 4.77** Армирование плиты перекрытия на отм. +12.000 по оси X у верхней грани.

Мозаика площади арматуры (см<sup>2</sup>) на 1 метр погонный.



**Рис. 4.78** Армирование плиты перекрытия на отм. +12.000 по оси Y у верхней грани.

Мозаика площади арматуры (см<sup>2</sup>) на 1 метр погонный.

## 4.7 Определение неупругих прогибов в ж.б. плитах

Согласно [10] определение вертикальных перемещений (прогибов) перекрытий и покрытий производят от действия нормативных постоянных и длительных вертикальных нагрузок. При этом на первой стадии расчета рекомендуется принимать пониженные значения жесткостей элементов конструктивной системы, в частности плит перекрытий, поскольку вертикальные перемещения (прогибы) напрямую зависят от деформационных свойств плит.

В первом приближении значения понижающих коэффициентов относительно начального модуля упругости бетона с учетом длительности действия нагрузки рекомендуется принимать: для вертикальных несущих элементов – 0.6, а для плит перекрытий (покрытий) – 0.2 при наличии трещин или 0.3 при отсутствии трещин.

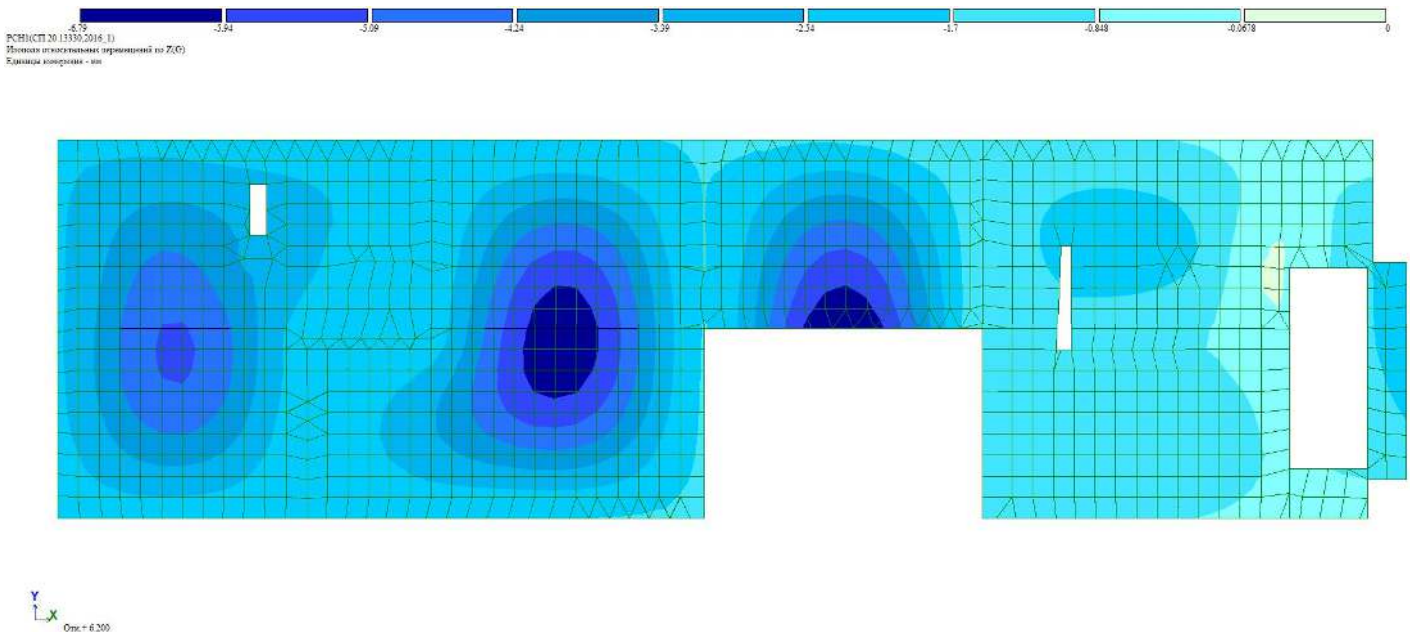
На последующих стадиях расчета при известном армировании следует принимать уточненные жесткости плит с учетом армирования, наличия трещин и неупругих деформаций в бетоне и арматуре, определяемые согласно действующим нормативным документам.

### 4.7.1 Блок А

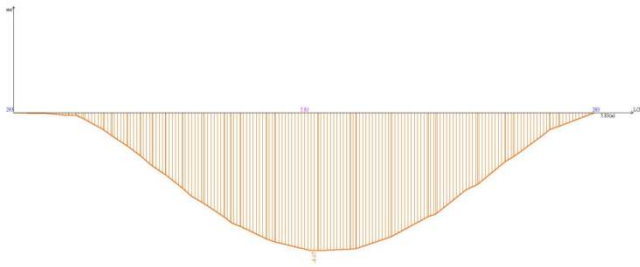
Максимальный неупругий прогиб консольного участка плиты составляет  $f = 4.67$  мм между осями 3-4 вдоль оси А.

Допустимый прогиб плиты равен  $[f] = \frac{L}{250} = \frac{5830}{250} = 23$  мм, т.е. фактические прогибы плиты меньше допустимых.

Плита на отм. +4.000 удовлетворяет требованиям 2ГПС.

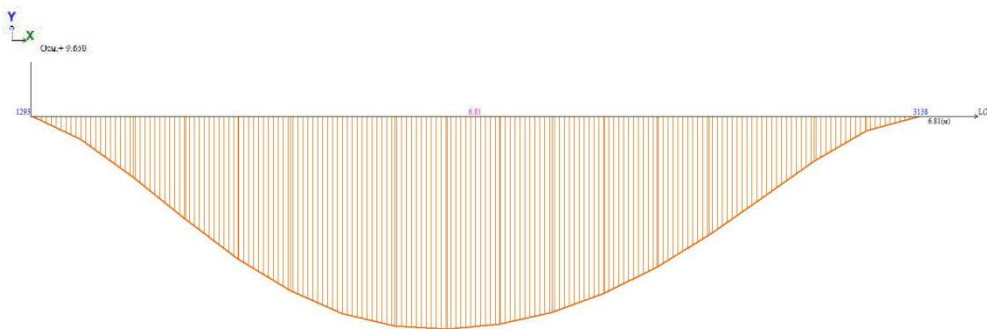
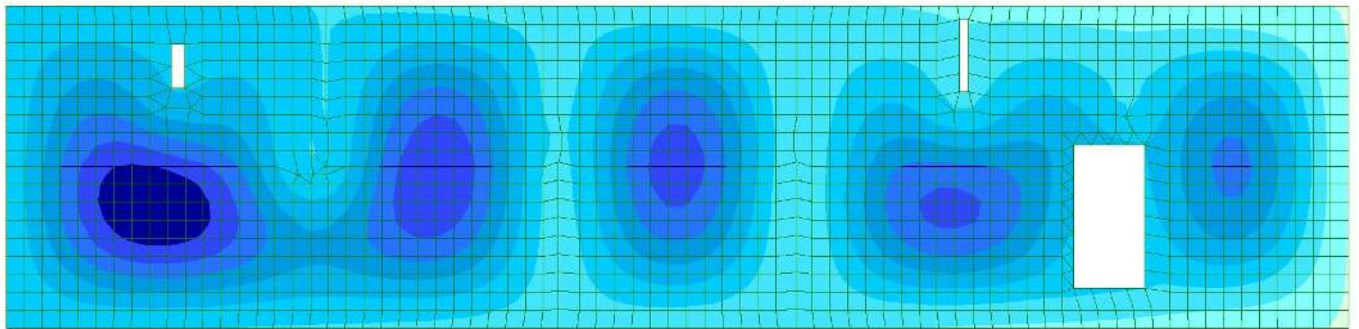






**Рис. 4.79** Неупругие прогибы в плите перекрытия на отм. +4.000  
Мозаика перемещений по оси Z от РСН 1.

Максимальный неупругий прогиб плиты составляет  $f = 5.42$  мм между осями 1-3 вдоль оси А  
Допустимый прогиб плиты равен  $[f] = \frac{L}{250} = \frac{6810}{250} = 27$  мм, т.е. фактические прогибы плиты меньше допустимых.  
Плита на отм. +7,450 удовлетворяет требованиям 2ГПС.



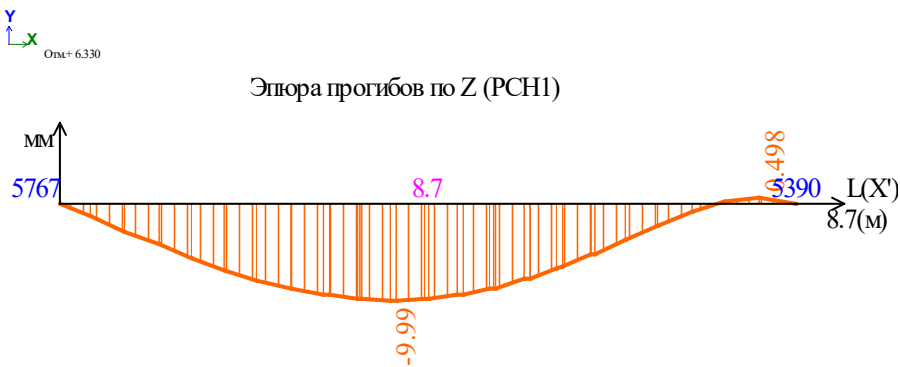
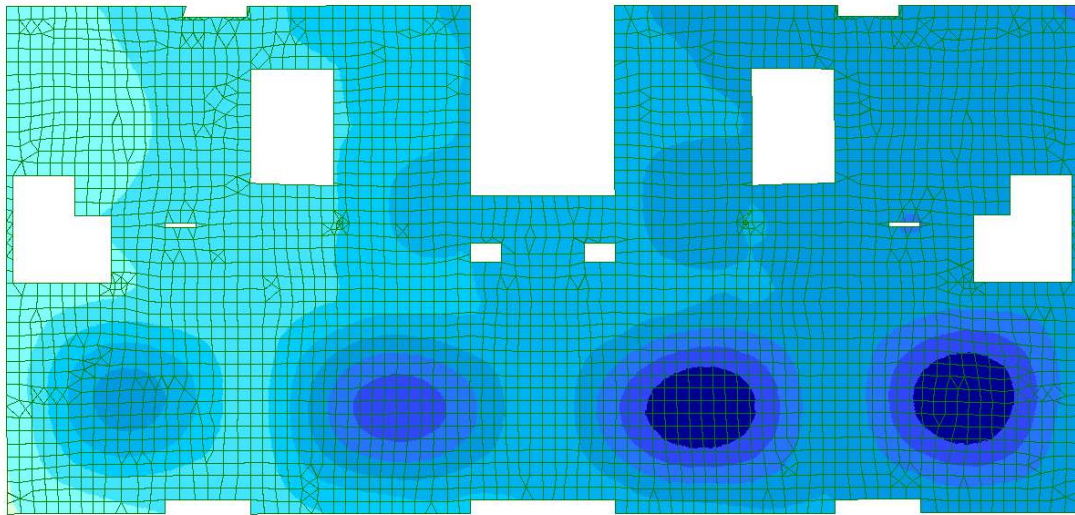
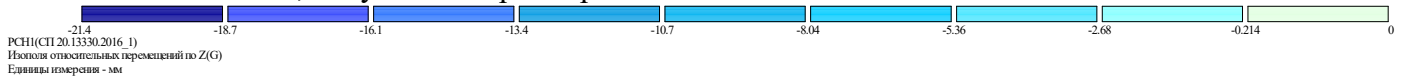
**Рис. 4.80** Неупругие прогибы в плите перекрытия на отм. +7.450  
Мозаика перемещений по оси Z от РСН 1.

#### 4.7.2 Блок В, С, Д

Максимальный неупругий прогиб плиты составляет  $-f = 9.99$  мм между осями 4-бвдоль оси А.

Допустимый прогиб плиты равен  $-[f] = \frac{L}{250} = \frac{8700}{250} = 35$  мм, т.е. фактические прогибы плиты меньше допустимых.

Плита на отм. +4,050 удовлетворяет требованиям 2ГПС.

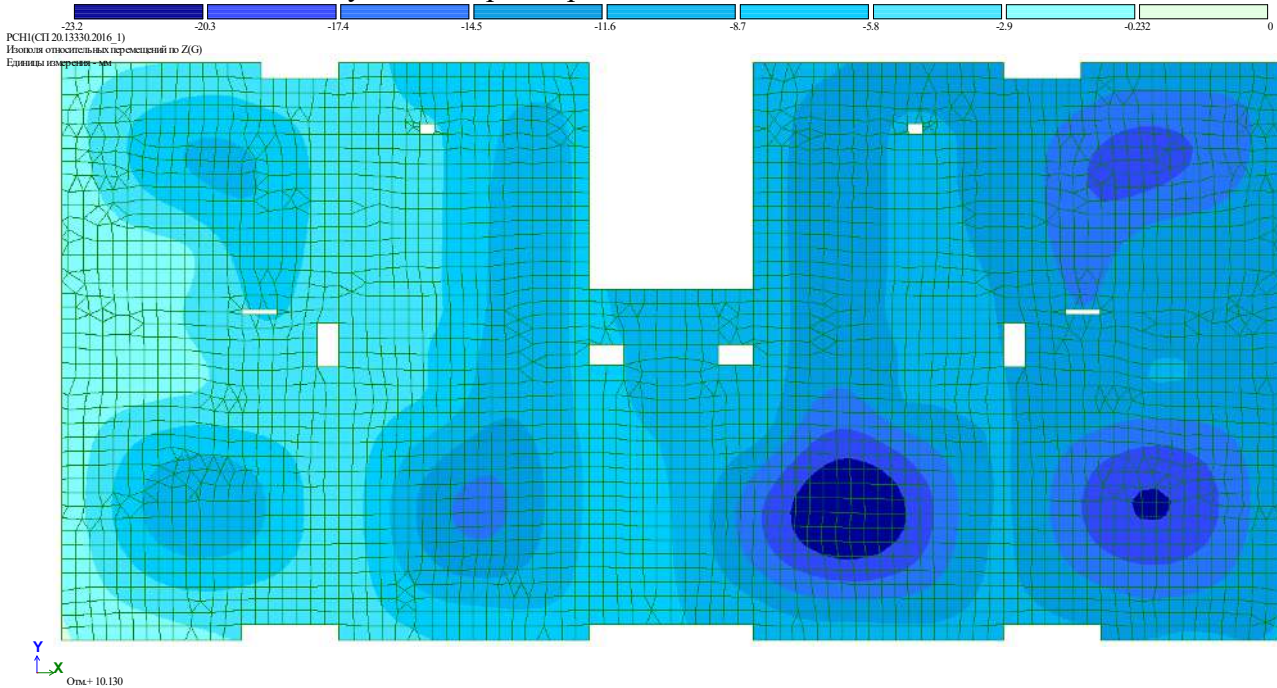


**Рис. 4.81** Неупругие прогибы в плите перекрытия на отм. +4.050  
Мозаика перемещений по оси Z от РСН 1.

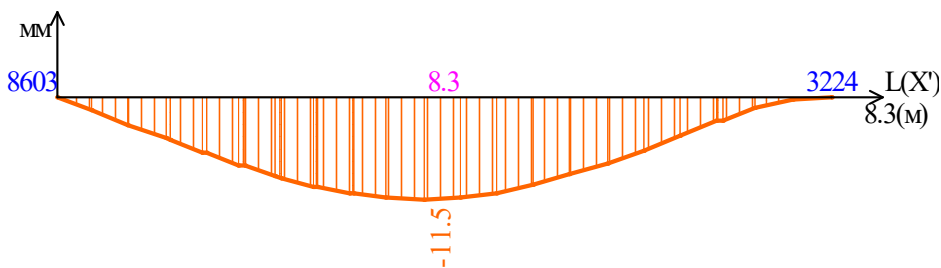
Максимальный неупругий прогиб плиты составляет  $-f = 11.5$  мм между осями 4-6 вдоль оси А.

Допустимый прогиб плиты равен  $-[f] = \frac{L}{250} = \frac{8300}{250} = 33$  мм, т.е. фактические прогибы плиты меньше допустимых.

Плита на отм. +7,850 удовлетворяет требованиям 2ГПС.



Эпюра прогибов по Z (PCH1)

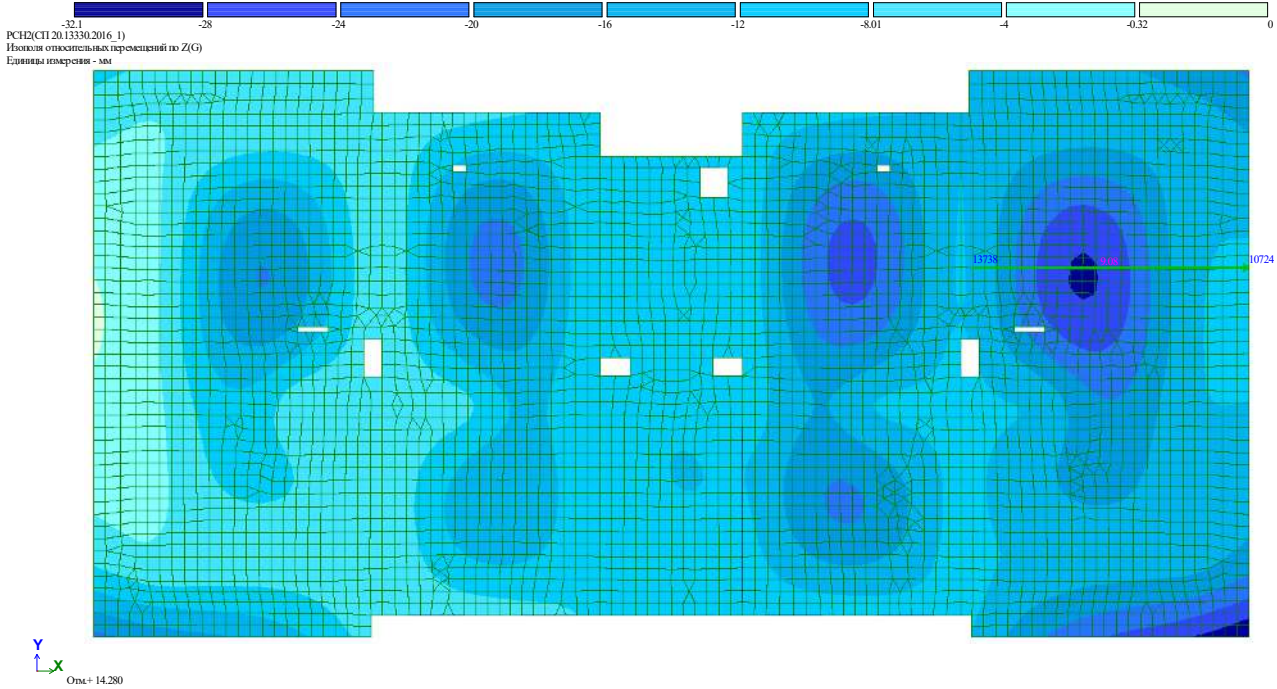


**Рис. 4.82** Неупругие прогибы в плите перекрытия на отм. +7.850  
Мозаика перемещений по оси Z от PCH 1.

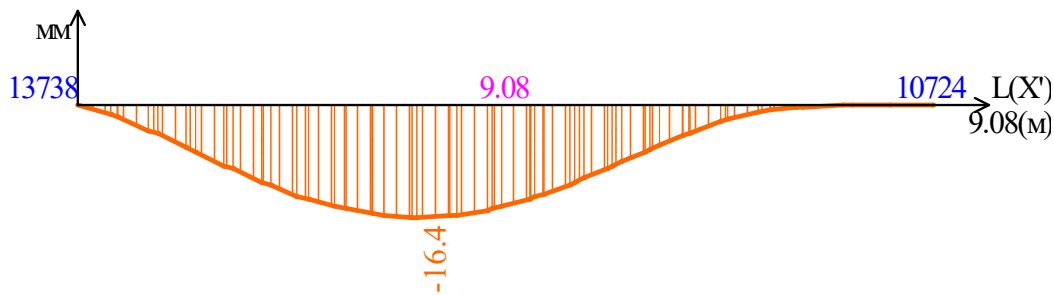
Максимальный неупругий прогиб плиты составляет -  $f = 16.4$  мм между осями 6-7 вдоль оси А.

Допустимый прогиб плиты равен -  $[f] = \frac{L}{250} = \frac{9080}{250} = 36$  мм, т.е. фактические прогибы плиты меньше допустимых.

Плита на отм. +12.000 удовлетворяет требованиям 2ГПС.



Эпюра прогибов по Z (PCN2)



**Рис. 4.83** Неупругие прогибы в плите перекрытия на отм. +12.000  
Мозаика перемещений по оси Z от PCN 1.

## 4.8 Расчёт ж.б. балок и колонн.

### 4.8.1 Блок А.

#### 4.8.1.1 Усилия в ж.б. балках

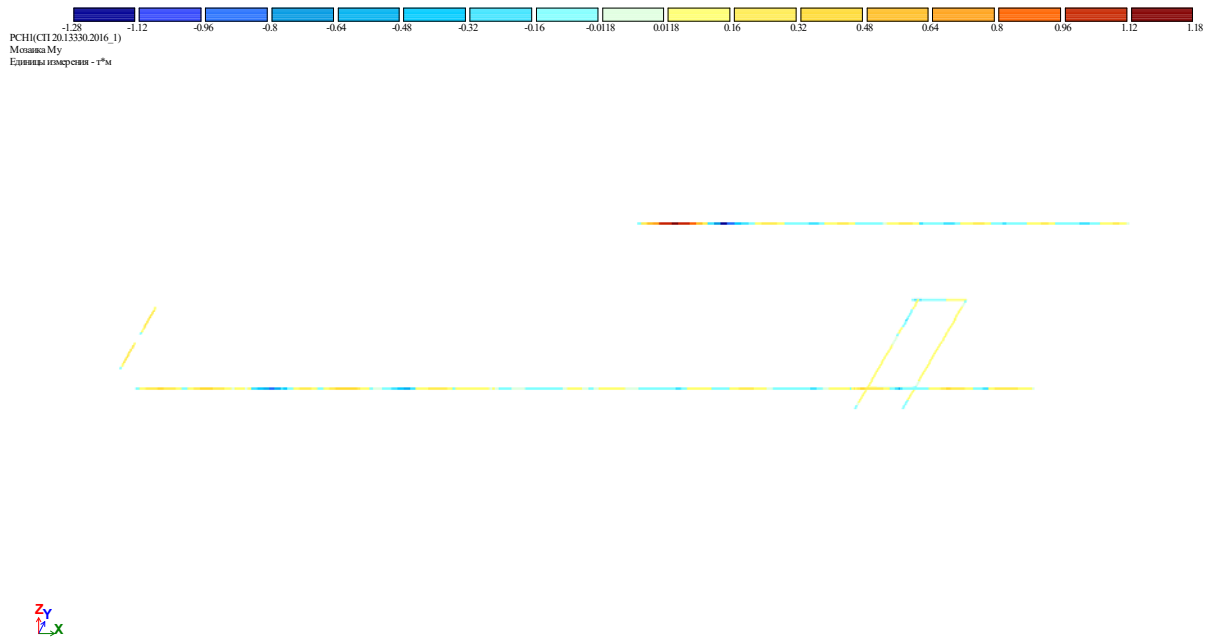


Рис. 4.84 Мозаика изгибающих моментов  $M_u$  в ж.б. балках от РСН 1

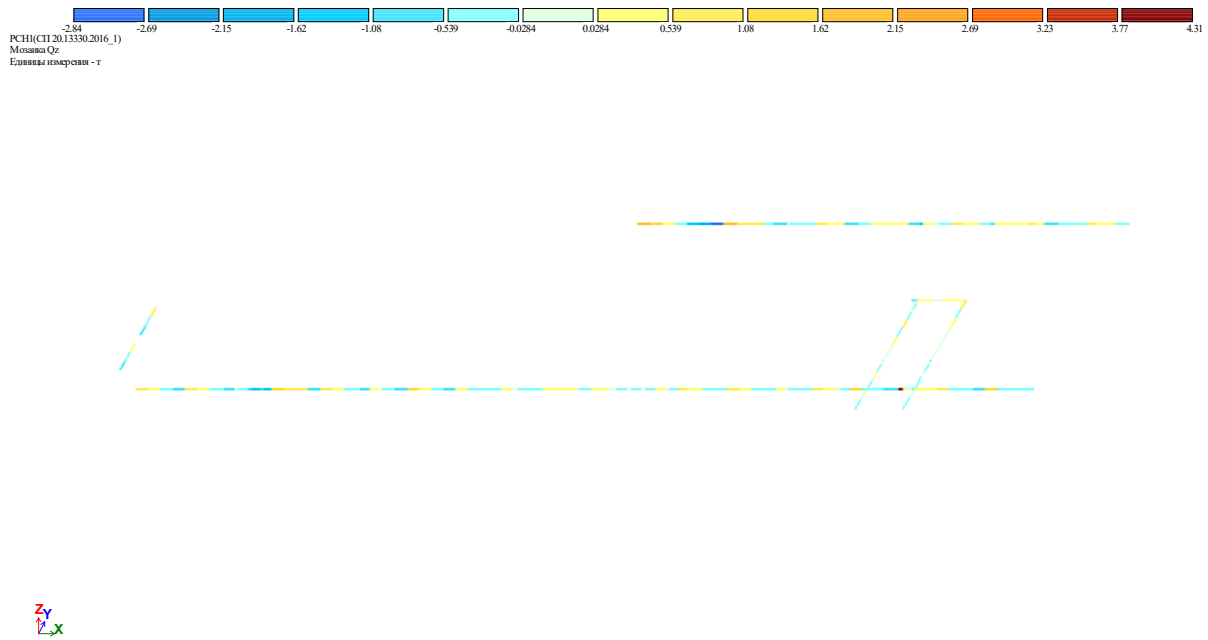
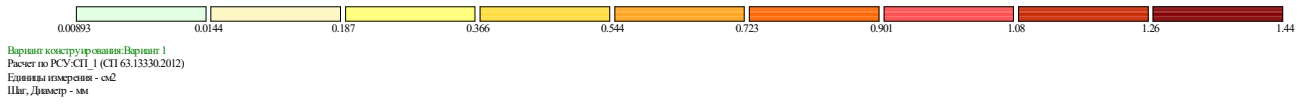


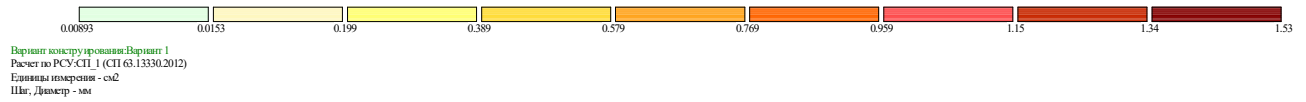
Рис. 4.85 Мозаика поперечных сил  $Q_z$  в ж.б. балках от РСН 1

### 4.8.1.2 Армирование ж.б. балок



Площадь поперечной арматуры AU1 AU2 AS1. Несимметричное армирование. Максимум 1.44 в элементе 99.

**Рис. 4.86** Эпюра продольного армирования ж.б. балоку нижней грани



Площадь поперечной арматуры AU3 AU4 AS2. Несимметричное армирование. Максимум 1.53 в элементе 117.

**Рис. 4.87** Эпюра продольного армирования балок у верхней грани

### 4.8.1.3 Усилия в ж.б. колоннах

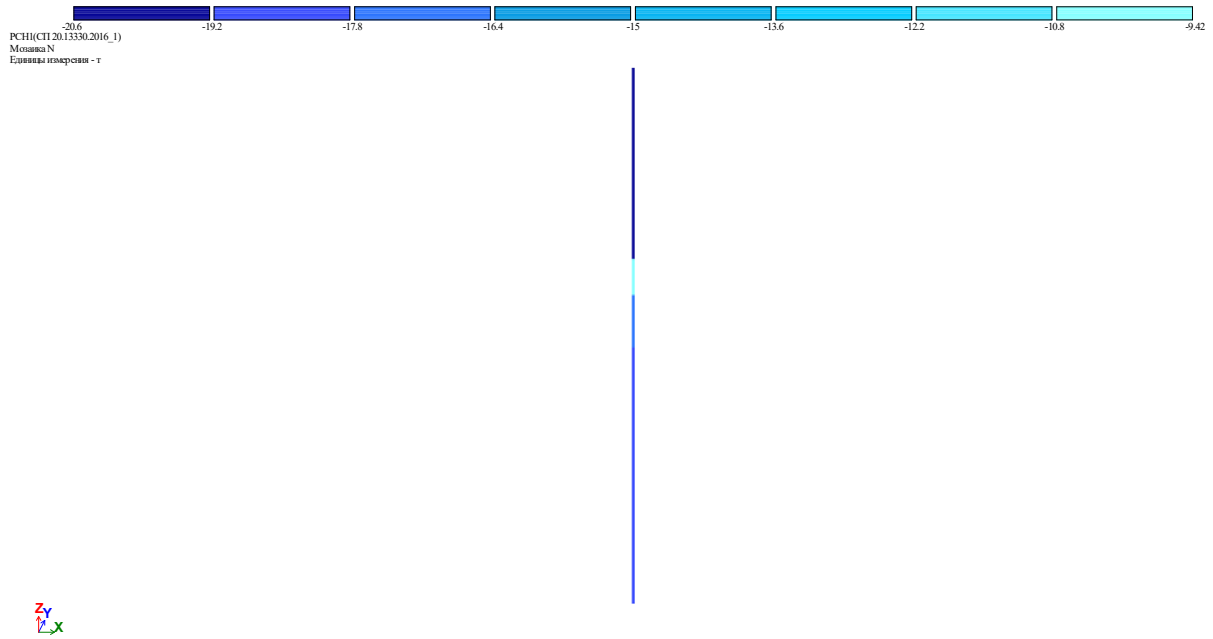


Рис. 4.88 Мозаика продольных усилий N в колоннах от РСН1

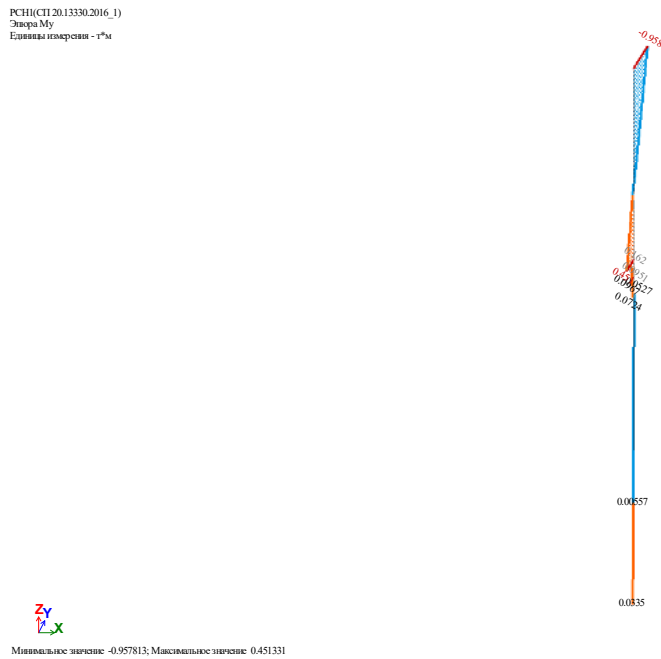


Рис. 4.89 Эюра моментов  $M_{yв}$  колоннах от РСН1

РСН(СП.20.13330.2016\_1)  
Экспр Мz  
Единицы измерения - т\*м



Минимальное значение -0.637701; Максимальное значение 0.934908

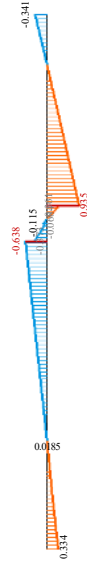


Рис. 4.90 Эпюра моментов  $M_z$  в колоннах от РСН1

## 4.8.2 Блок В, С, Д.

### 4.8.2.1 Усилия в ж.б. балках

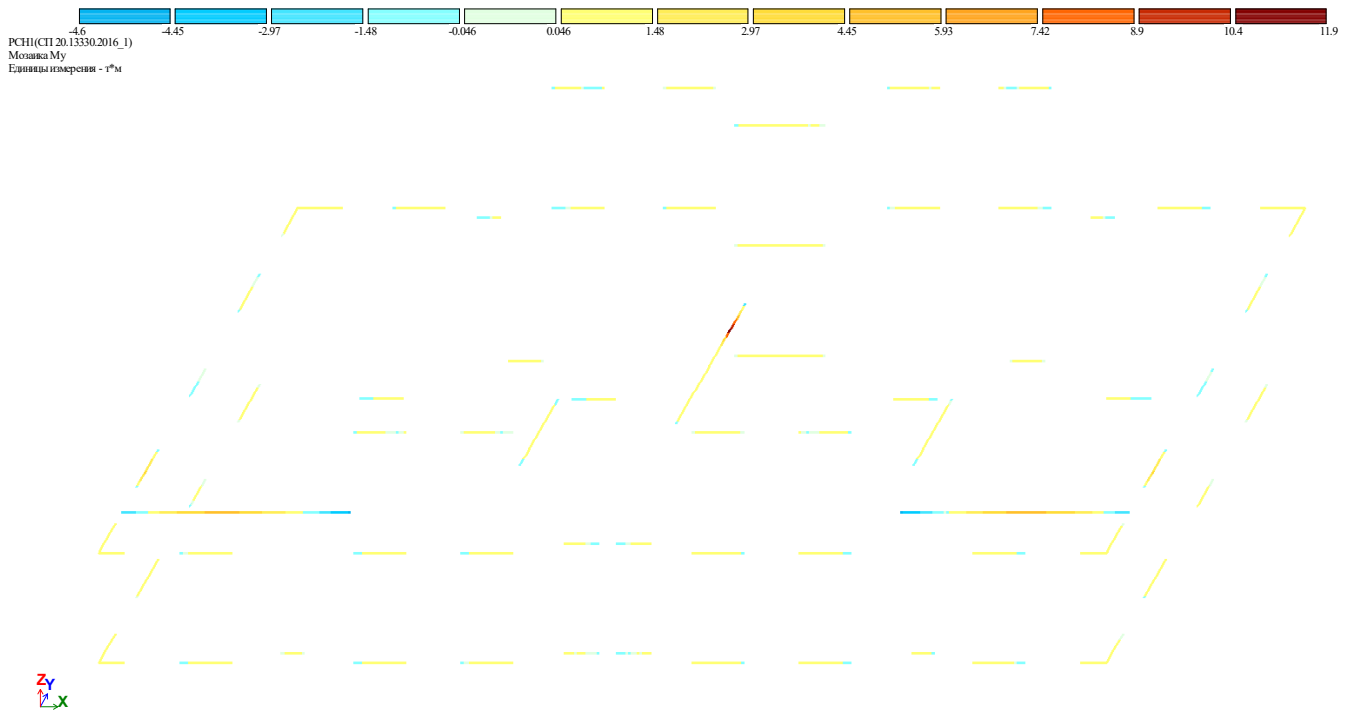


Рис. 4.91 Мозаика изгибающих моментов  $M_u$  в ж.б. балках от РСН 1



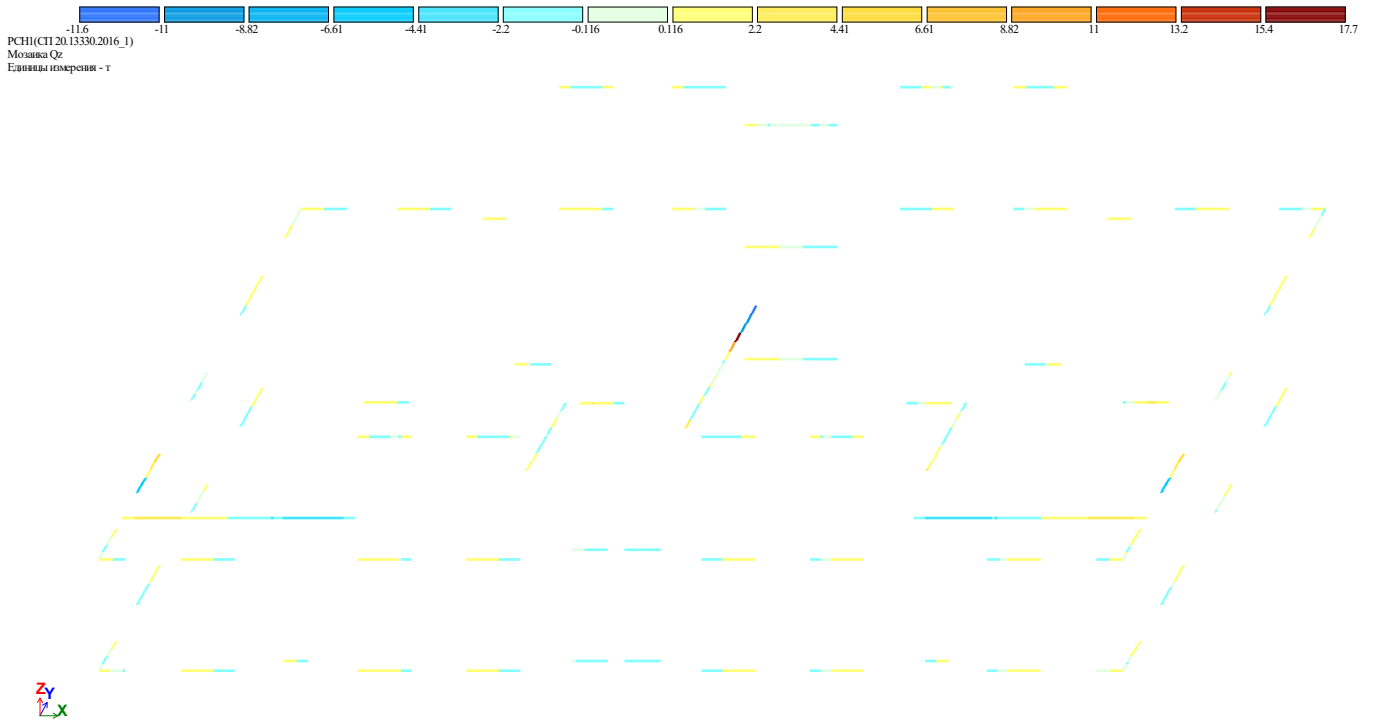


Рис. 4.92 Мозаика поперечных сил Qz в ж.б. балках от РСН 1

### 4.8.2.2 Армирование ж.б. балок

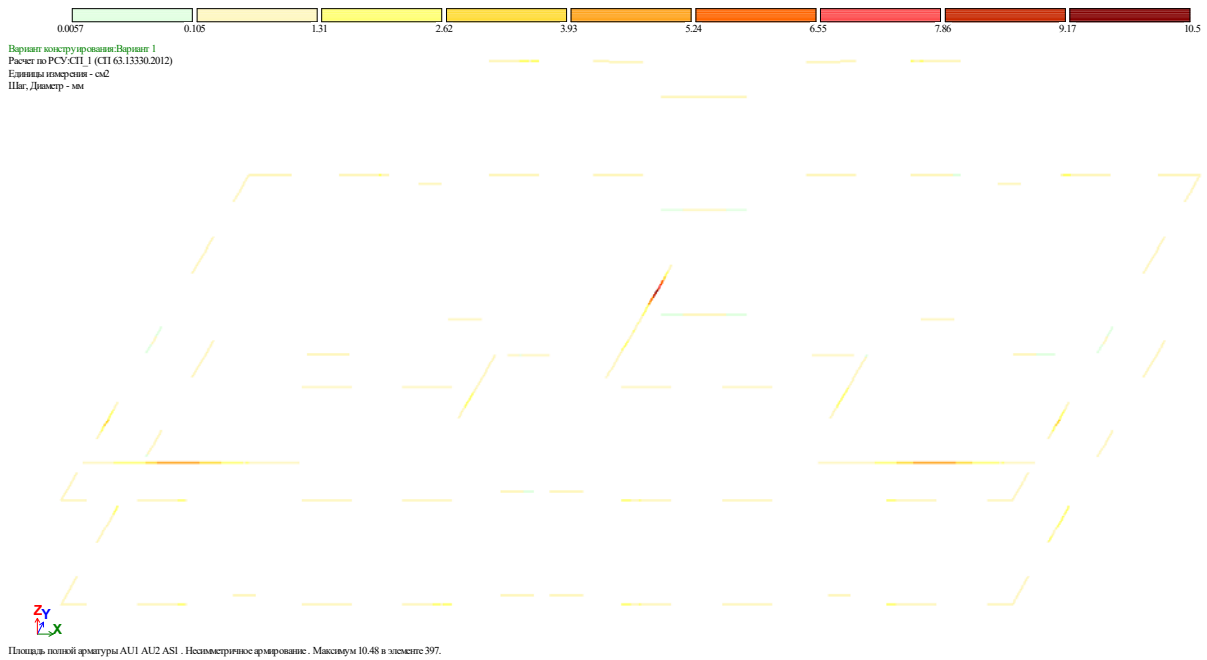
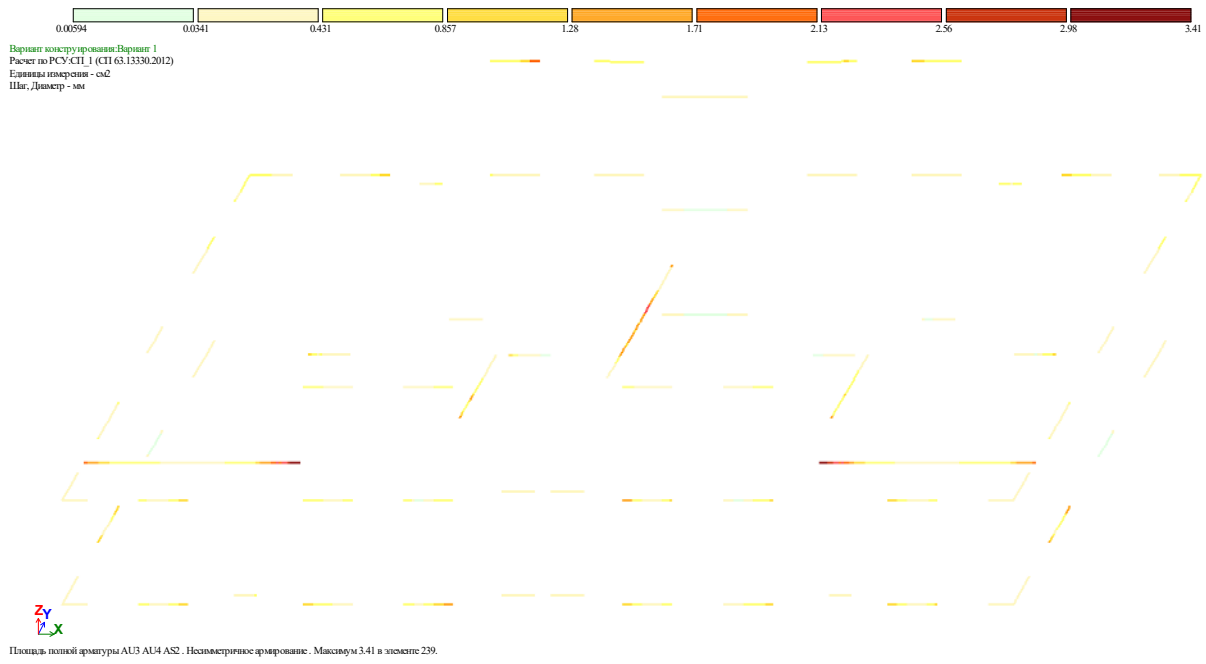


Рис. 4.93 Эпюра продольного армирования ж.б. контурных балок 1-го, 3-го...19-го этажей у нижней грани



**Рис. 4.94** Эпюра продольного армирования ж.б. контурных балок 1-го, 3-го...19-го этажей у верхней грани

### 4.8.2.3 Усилия в ж.б. колоннах

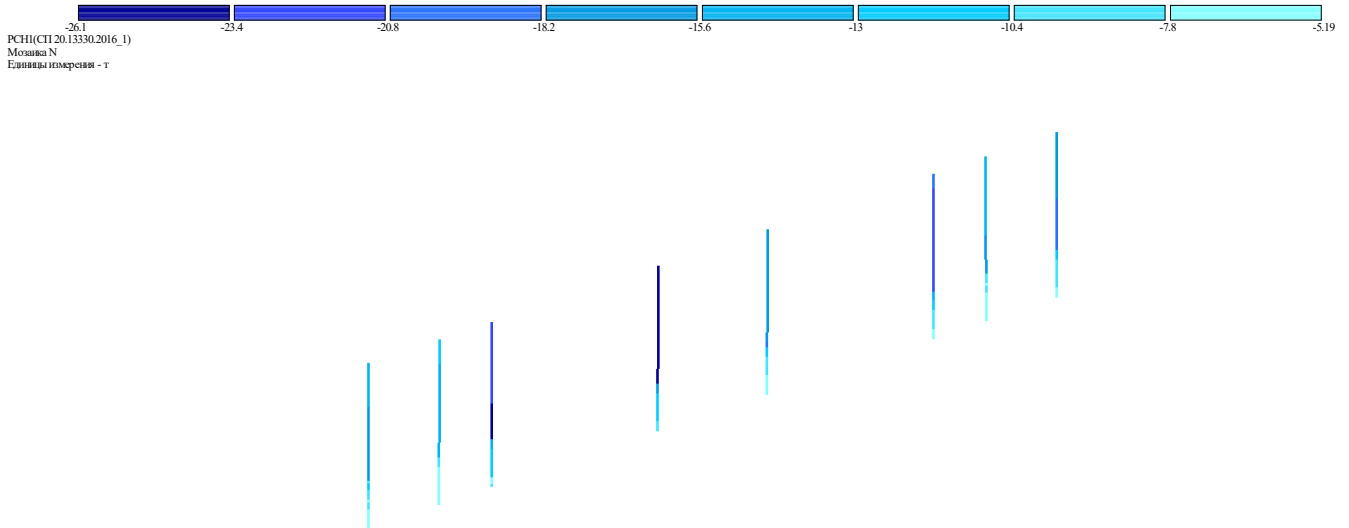
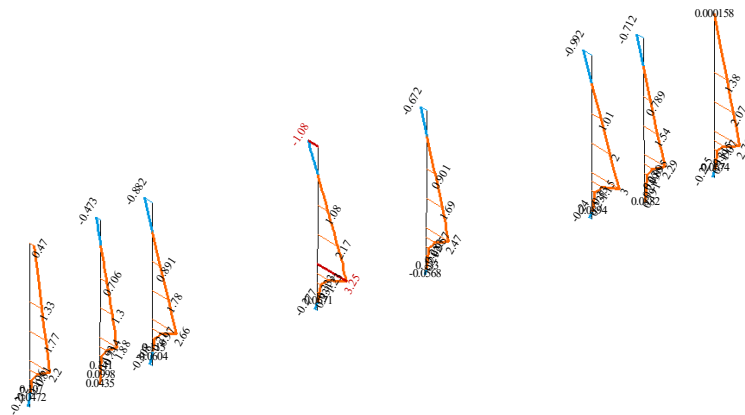


Рис. 4.95 Мозаика продольных усилий N в колоннах от РСН1

РСН(СТ 20.13330.2016\_1)  
Эпюра Mu  
Единица измерения - т\*м



Минимальное значение -1.07785; Максимальное значение 3.24777

Рис. 4.96 Эпюры изгибающих моментов Muв колоннах от РСН1



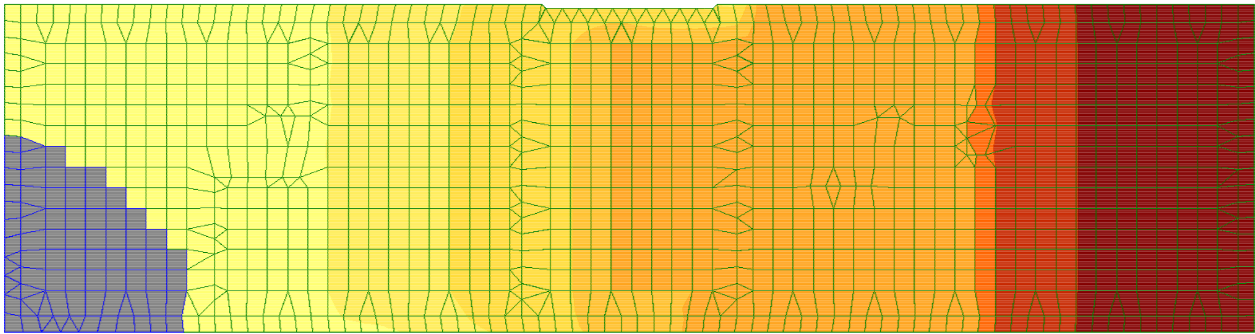
#### **4.9 Коэффициент запаса устойчивости здания**

По результатам расчета на устойчивость в МПК «ЛИРА-САПР» был определен коэффициент запаса устойчивости зданий в целом, согласно результатам расчёта, минимальный коэффициент запаса устойчивости для блока А составил 43.2, для блоков В CD составил 21.2. Согласно [11] коэффициент запаса устойчивости должен быть не менее 2.0, следовательно, устойчивость здания обеспечена.

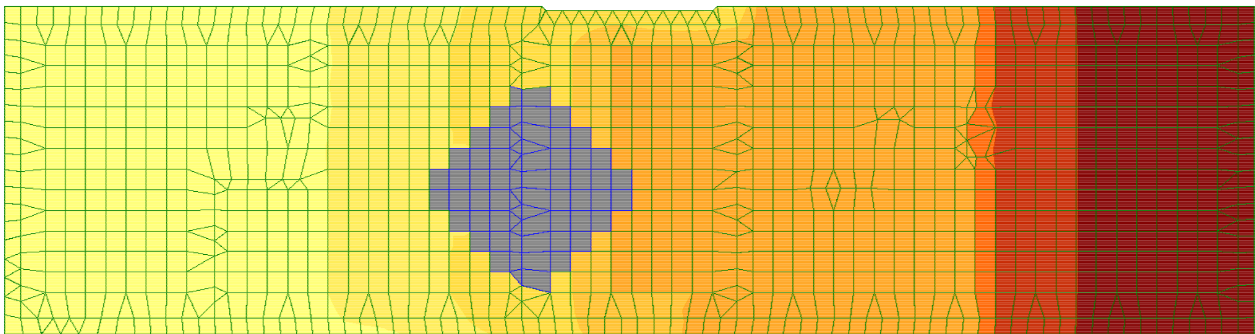
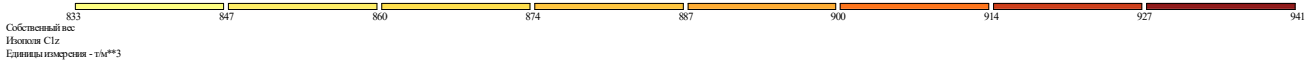
#### 4.10 Учет образования карстового провала

Расчетный радиус карстового провала – 4,9 м.

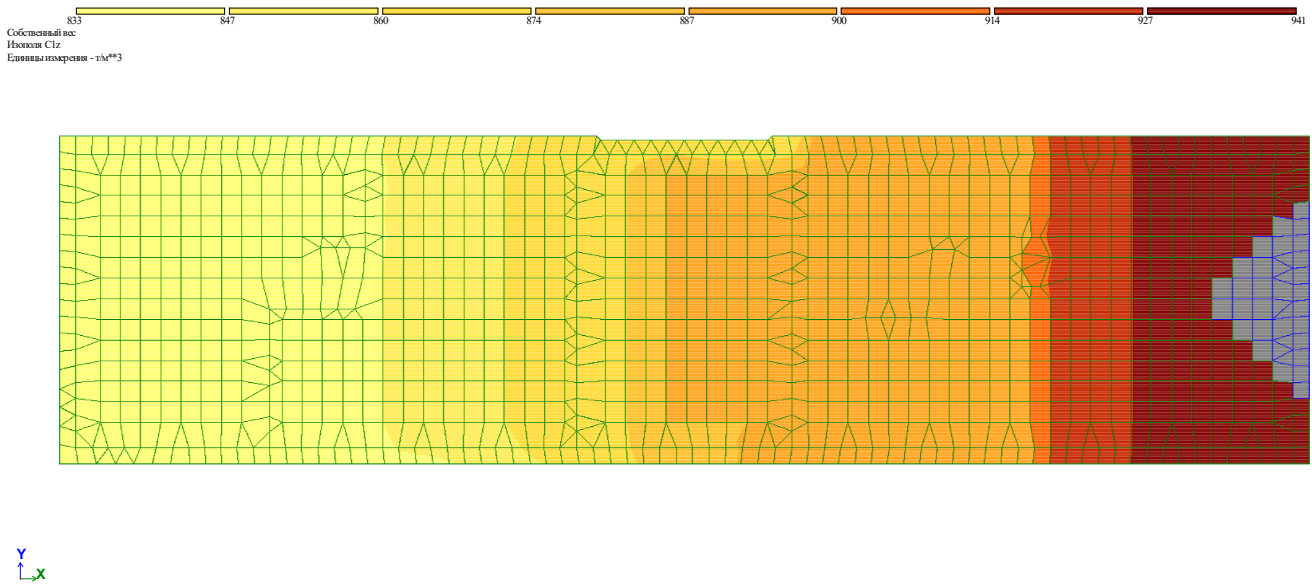
Учет карстовых провалов производился исключением из работы части основания (обнуление коэффициента постели) радиусом 4,9 м. (по размеру радиуса возможного карстового провала) под углом здания, под пилоном. Для восприятия аозможного карстового провала в проекте предусмотрены: Фундаментная плита, стены подземной части зданий в виде монолитной ленты.



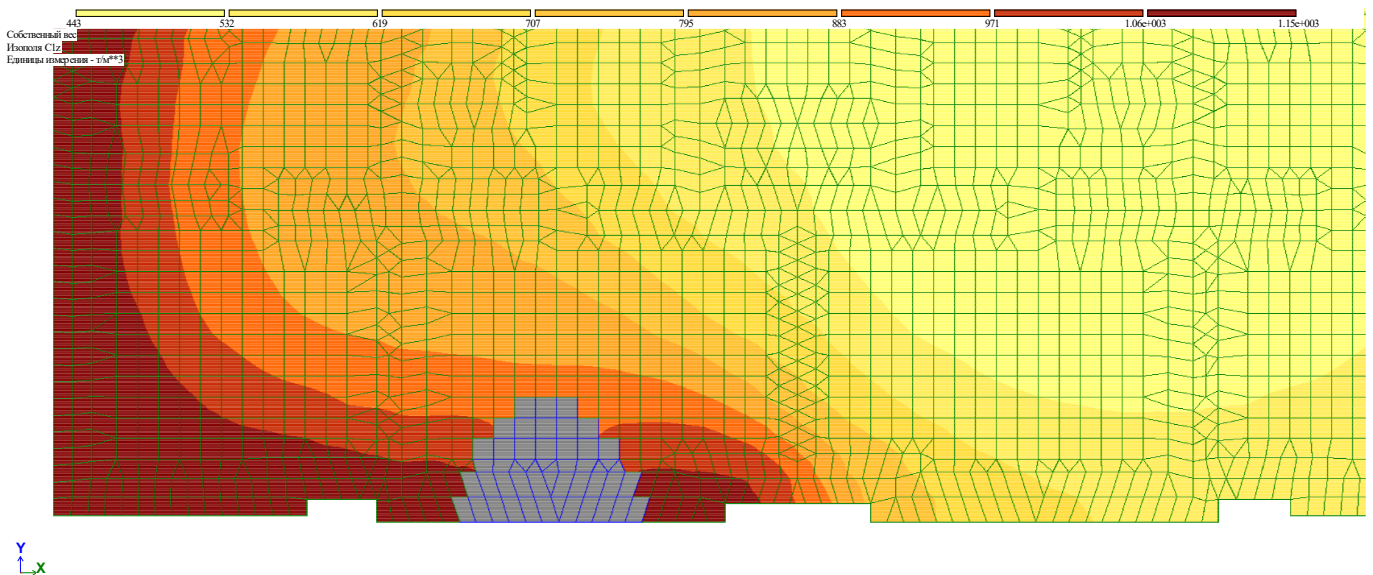
**Рис. 4.101 Учет карстового провала 1 (удаление части фундамента) Блок А**



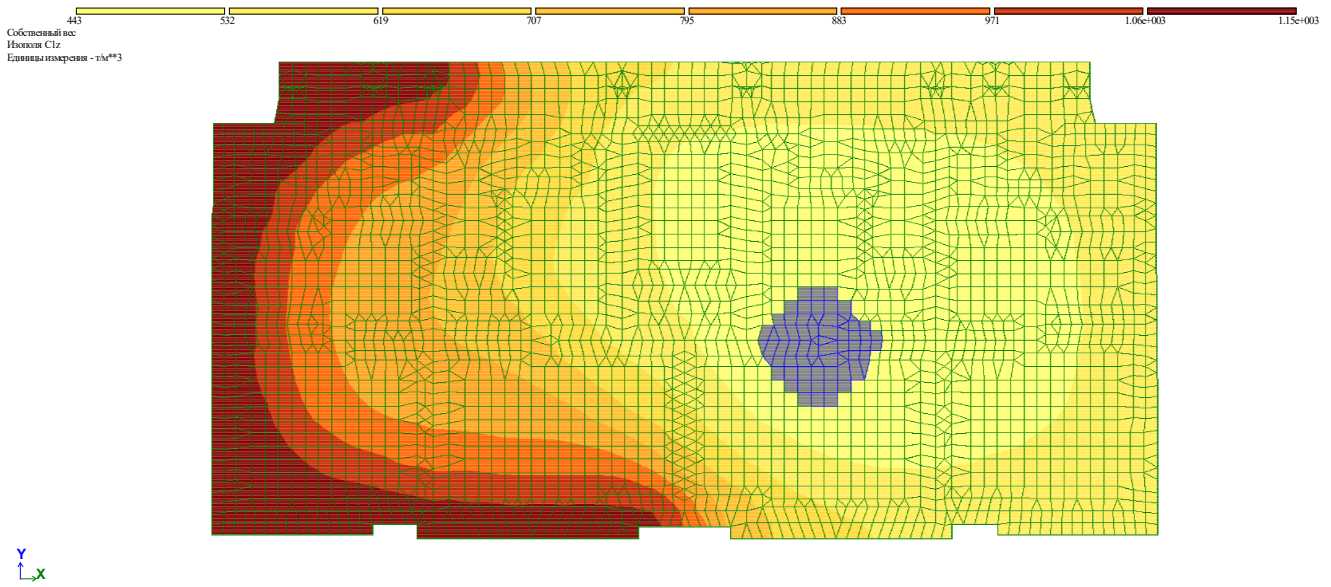
**Рис. 4.101 Учет карстового провала 2 (удаление части фундамента) Блок А**



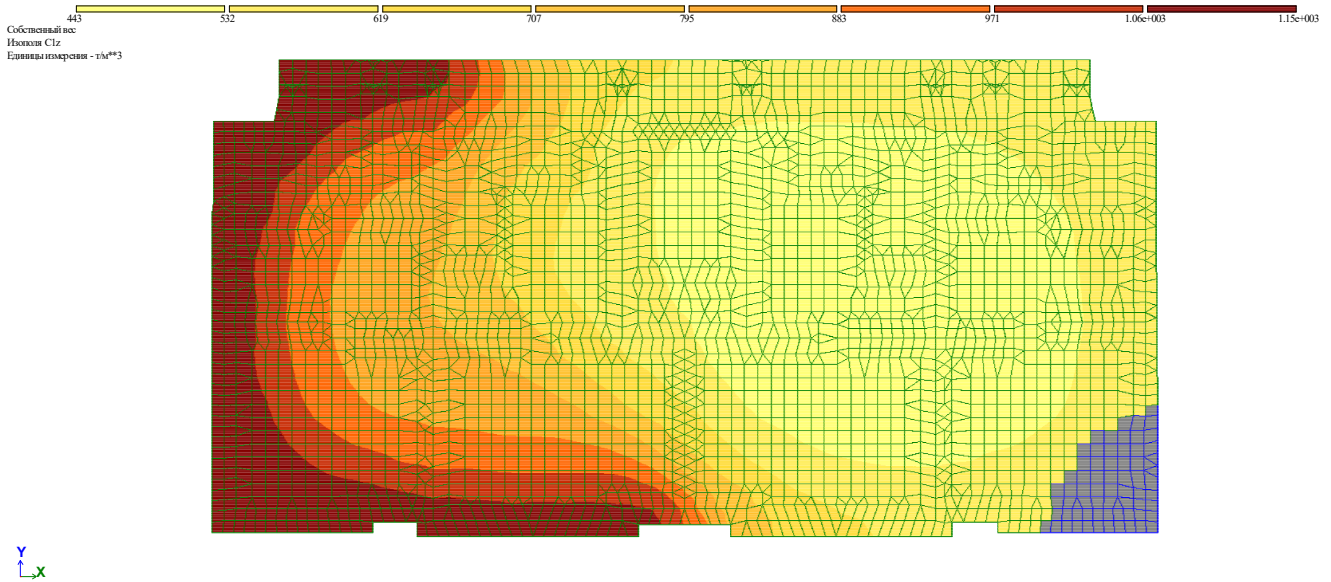
**Рис. 4.101 Учет карстового провала 3 (удаление части фундамента) Блок А**



**Рис. 4.102 Учет карстового провала 1 (удаление части фундамента) Блок В, С, D**



**Рис. 4.102 Учет карстового провала 2 (удаление части фундамента) Блок В, С, D**



**Рис. 4.102 Учет карстового провала 3 (удаление части фундамента) Блок В, С, D**



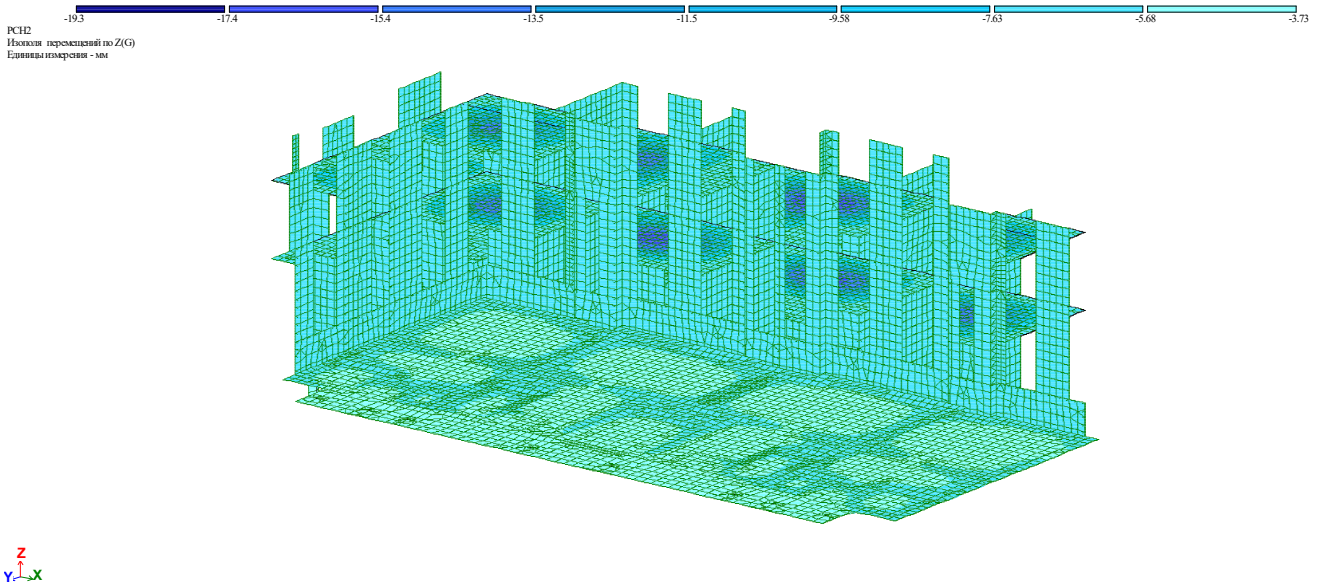


Рис. 4.103 Учет карстового провала 1 (суммарные перемещения по z) Блок В, С, D

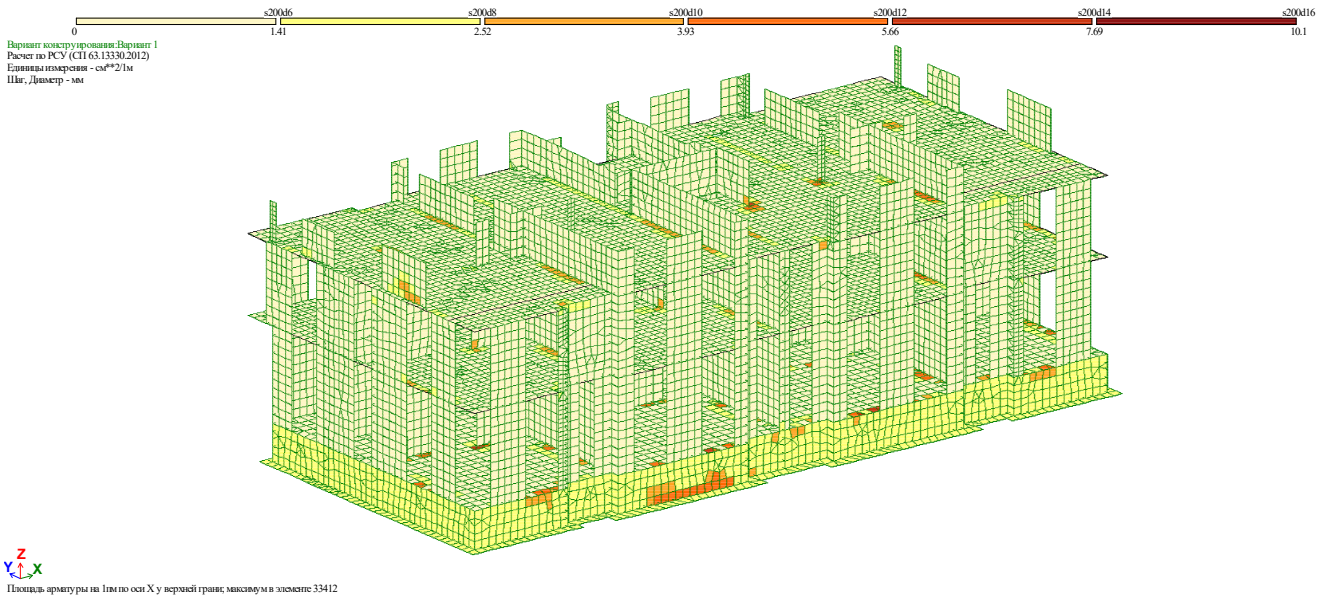
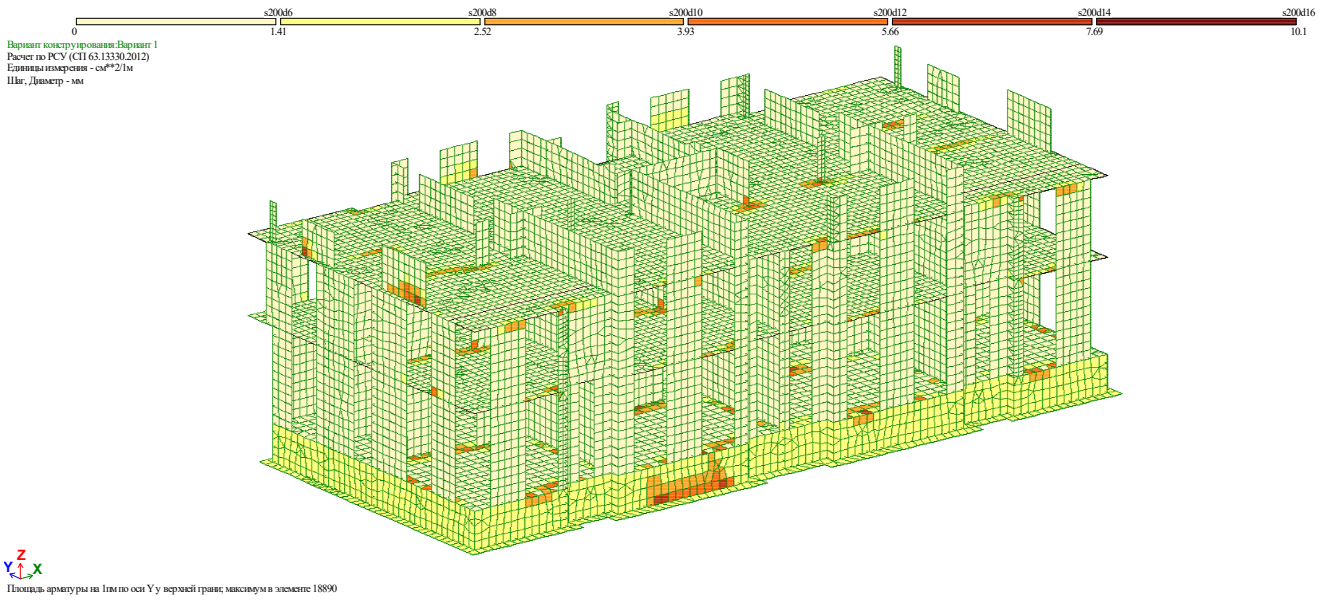
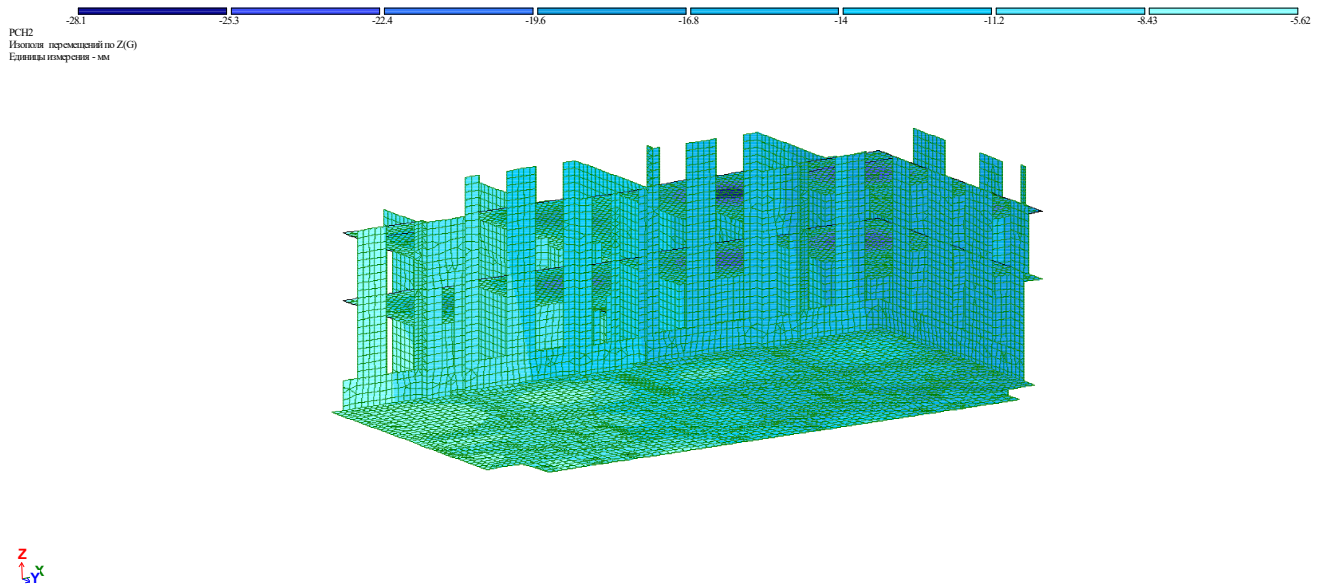


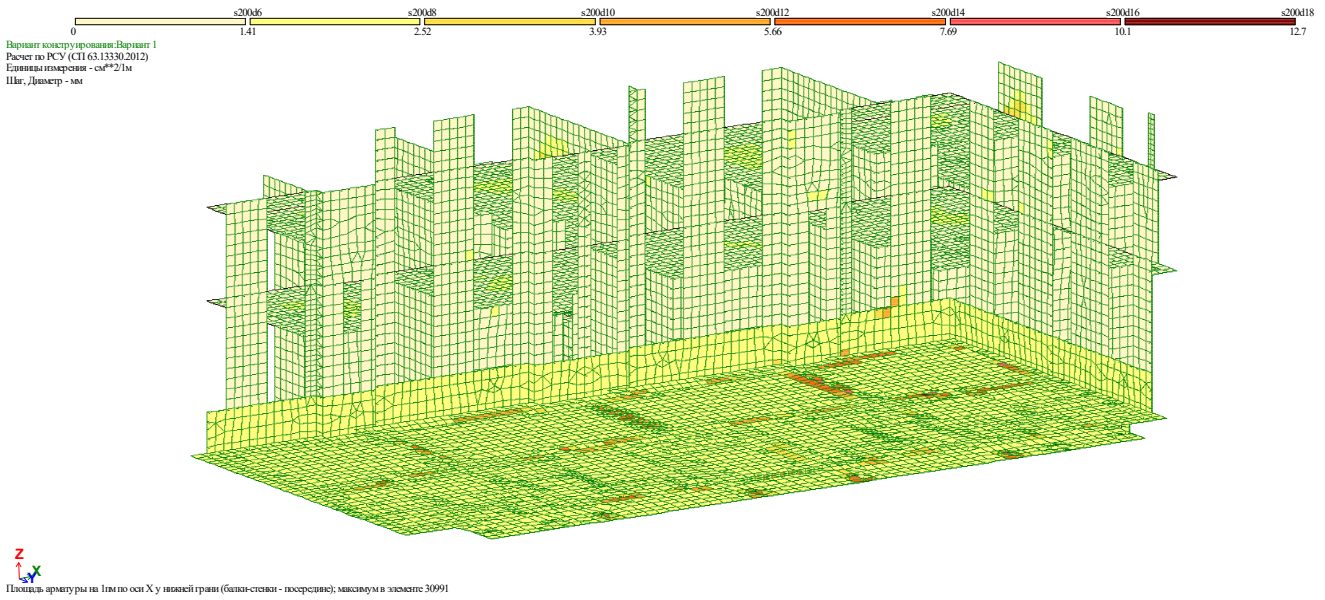
Рис. 4.104 Учет карстового провала 1 (армирование верхнее по X) Блок В, С, D



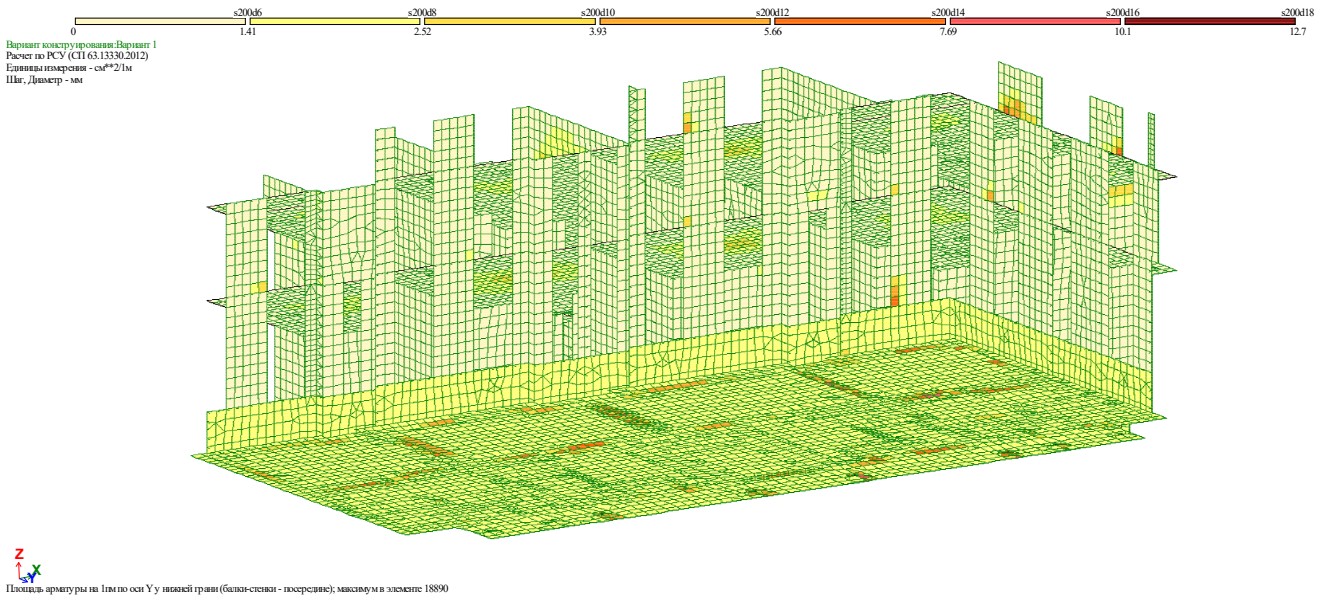
**Рис. 4.105 Учет карстового провала 1 (армирование верхнее по Y) Блок В, С, D**



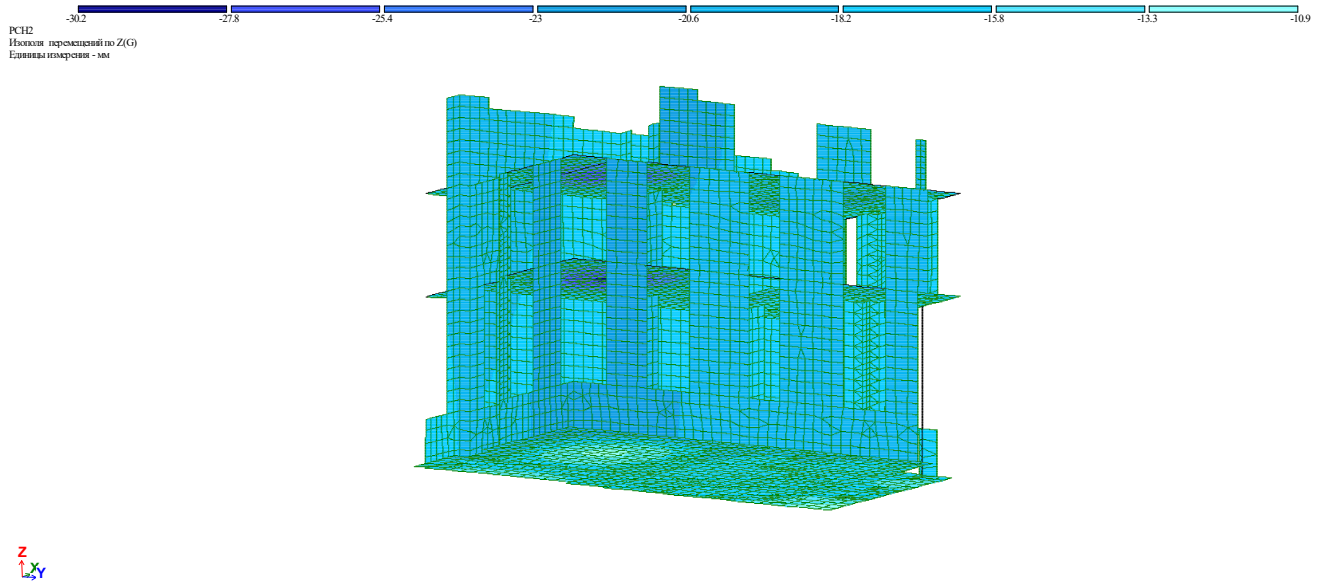
**Рис. 4.103 Учет карстового провала 2 (суммарные перемещения по z) Блок В, С, D**



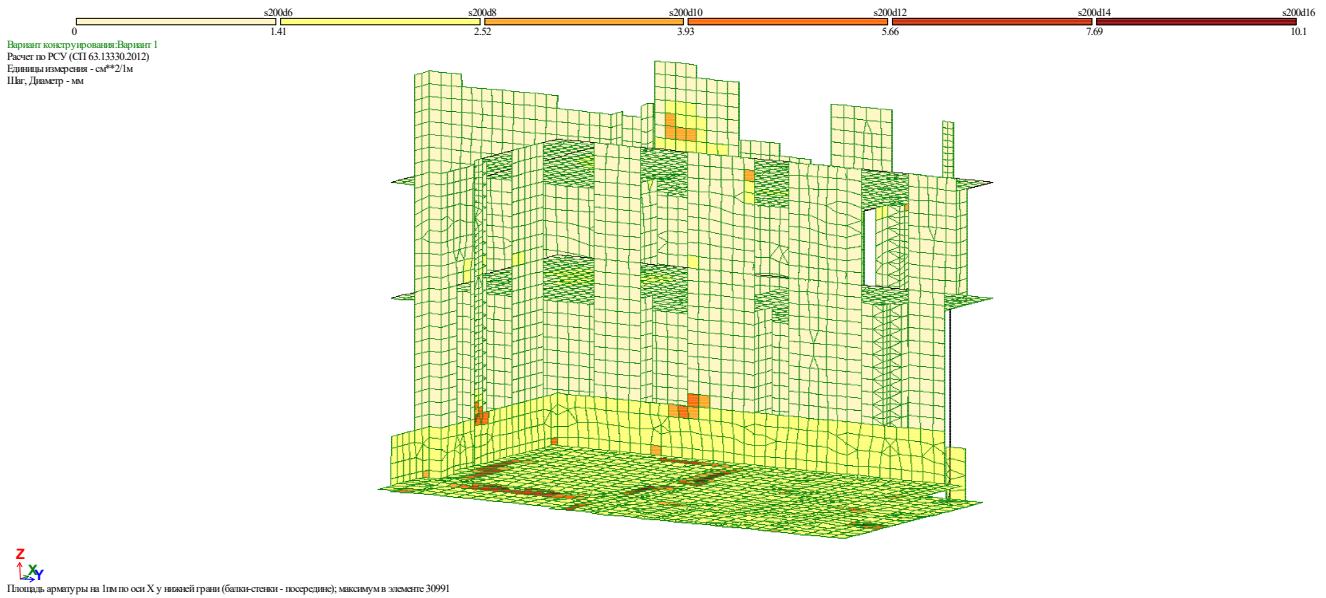
**Рис. 4.104** Учет карстового провала 2 (армирование ниже по X) Блок В, С, D



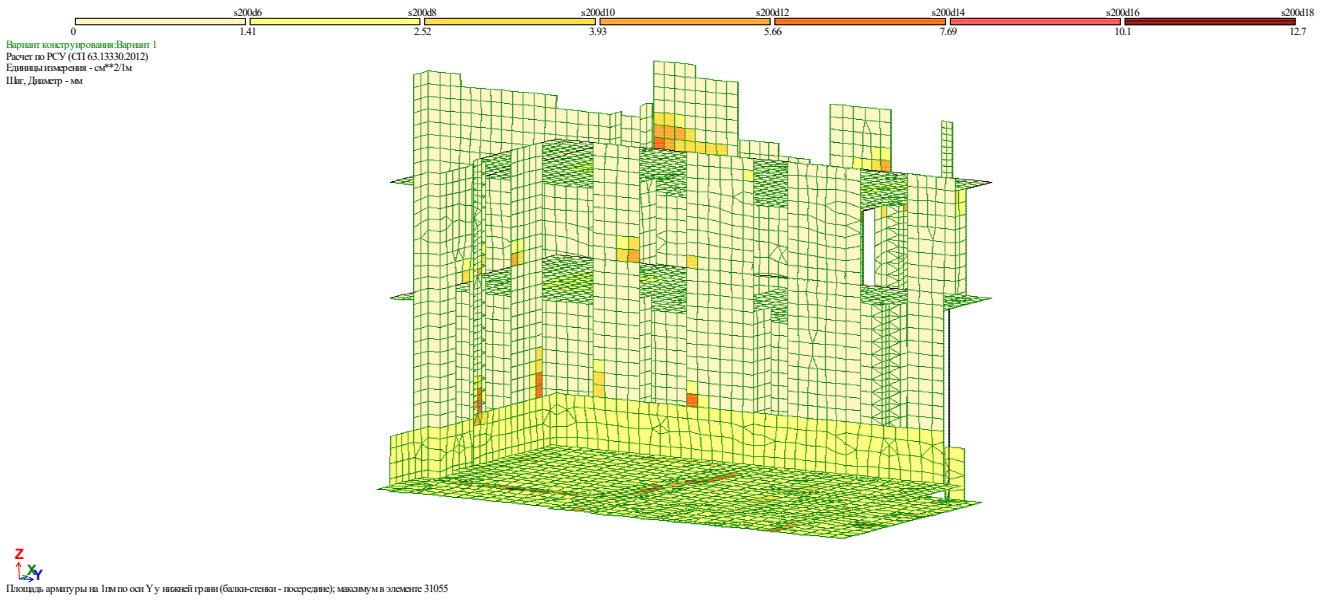
**Рис. 4.105** Учет карстового провала 2 (армирование ниже по Y) Блок В, С, D



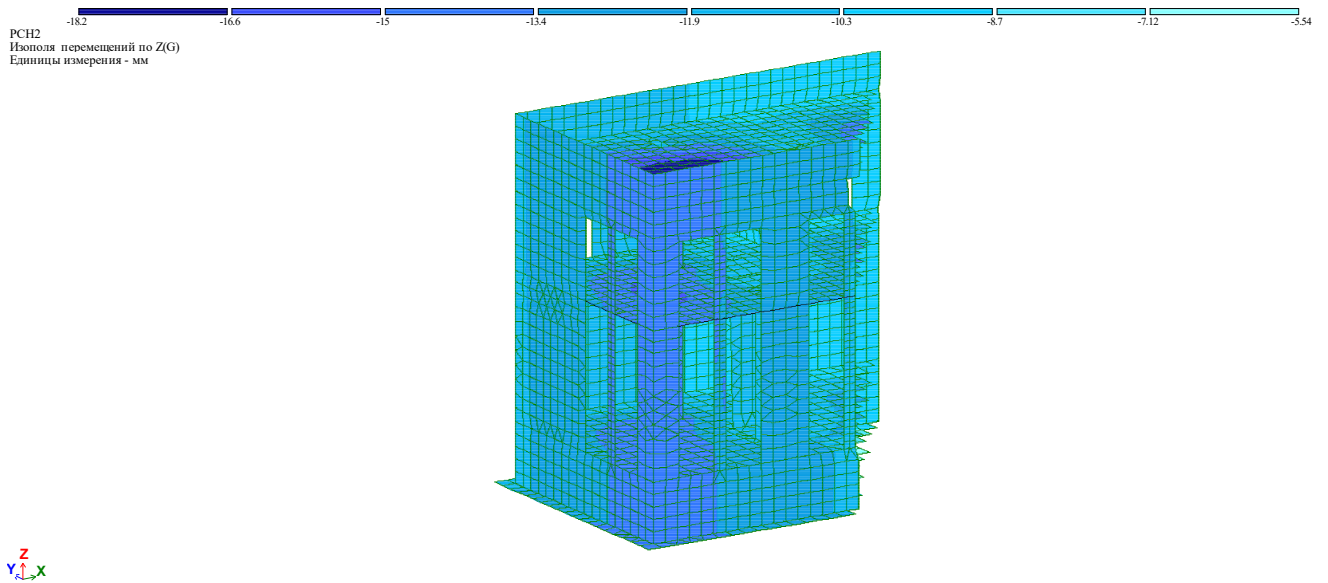
**Рис. 4.103** Учет карстового провала 3 (суммарные перемещения по z) Блок В, С, D



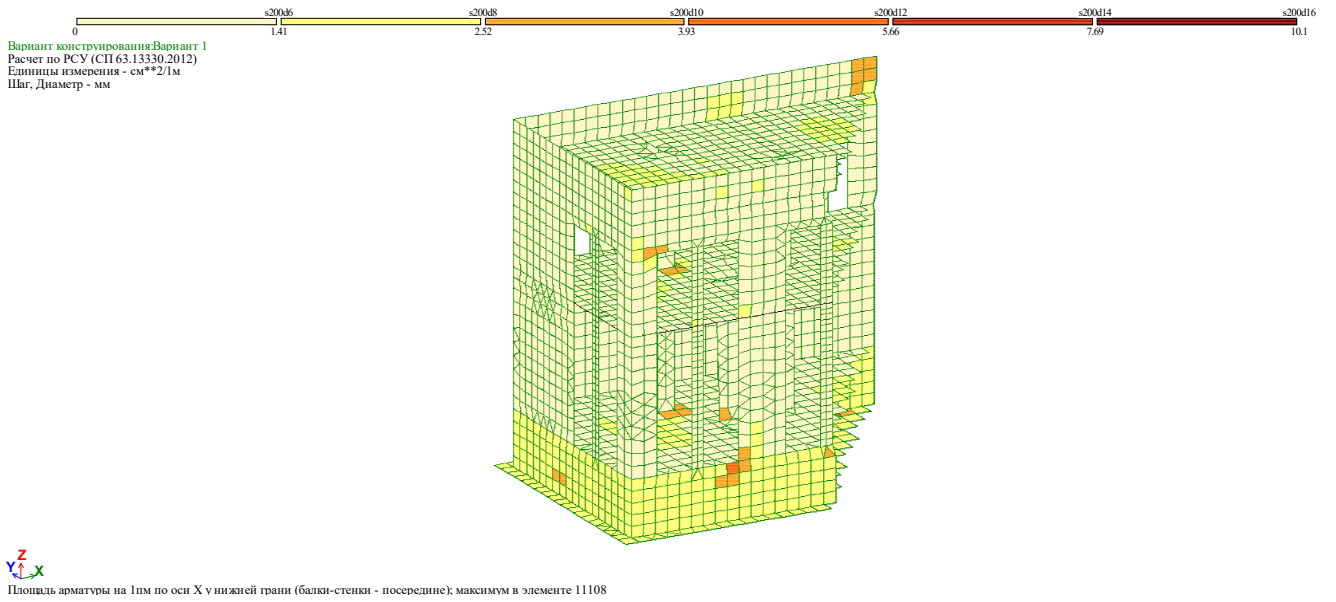
**Рис. 4.104** Учет карстового провала 3 (армирование нижнее по X) Блок В, С, D



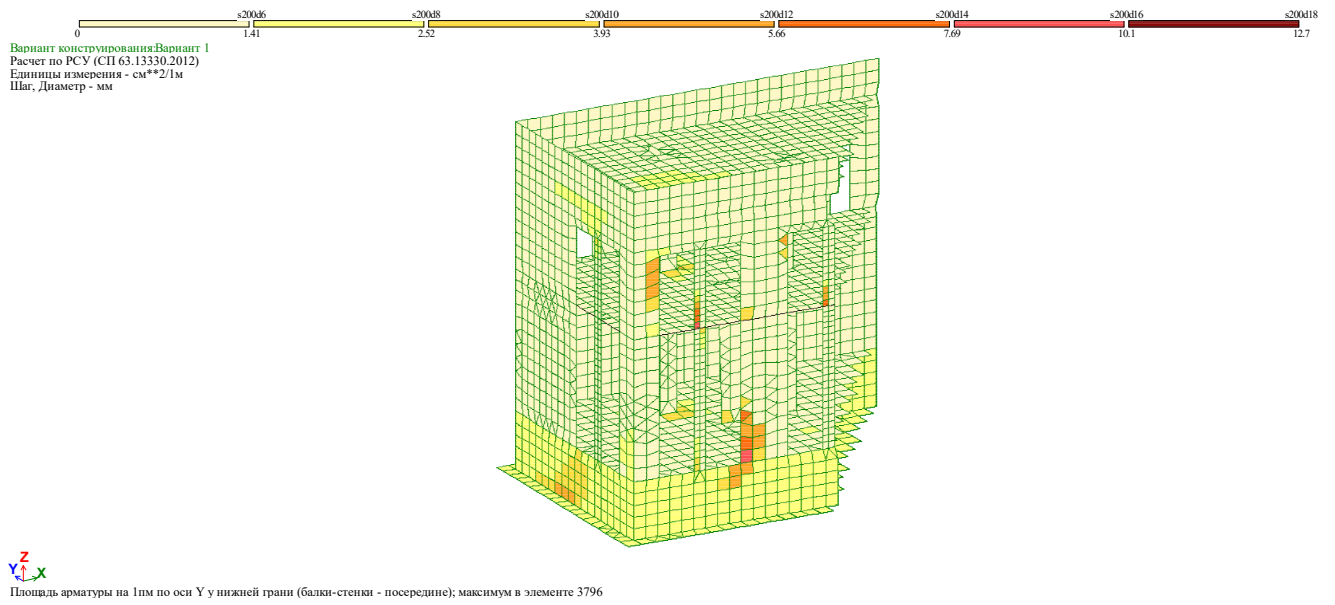
**Рис. 4.105** Учет карстового провала 3 (армирование ниже по У) Блок В, С, D



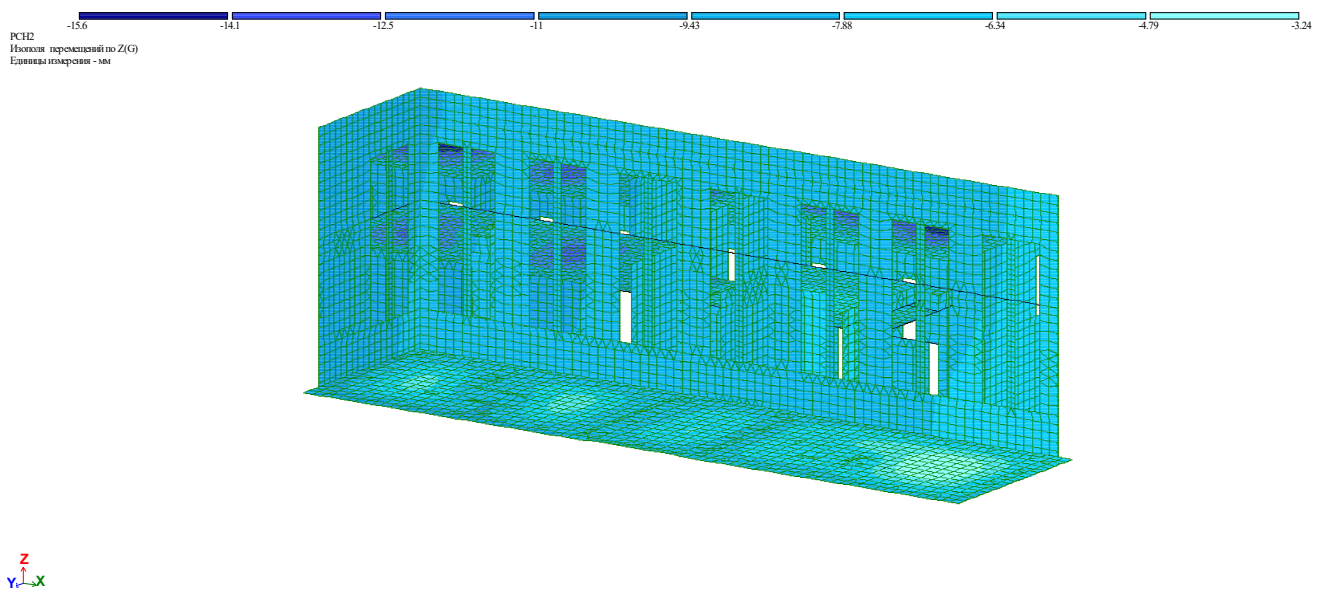
**Рис. 4.107** Учет карстового провала 1 (суммарные перемещения по z) Блок А



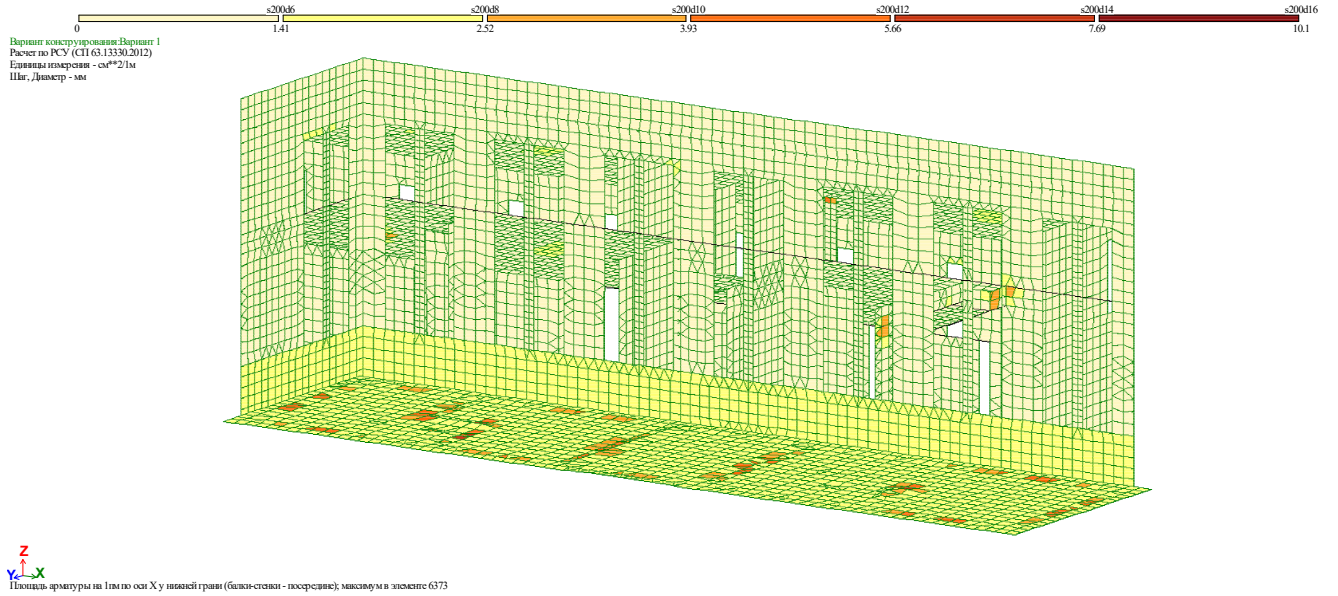
**Рис. 4.108** Учет карстового провала 1 (армирование ниже по X) Блок А



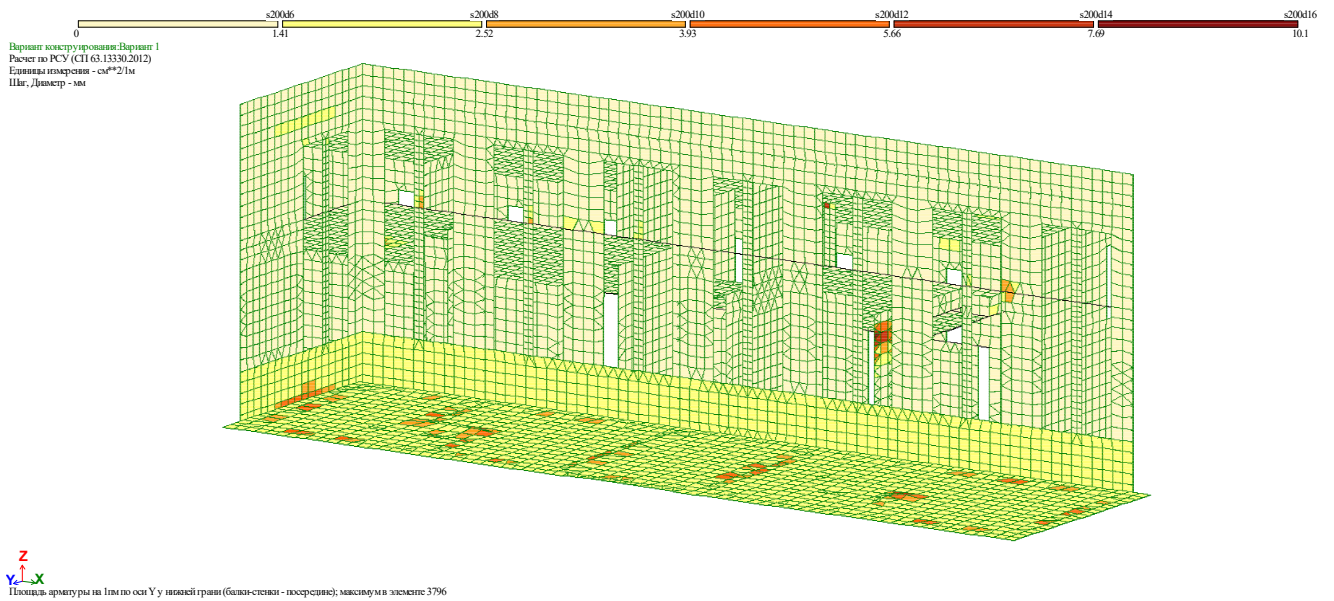
**Рис. 4.109** Учет карстового провала 1 (армирование ниже по Y) Блок А



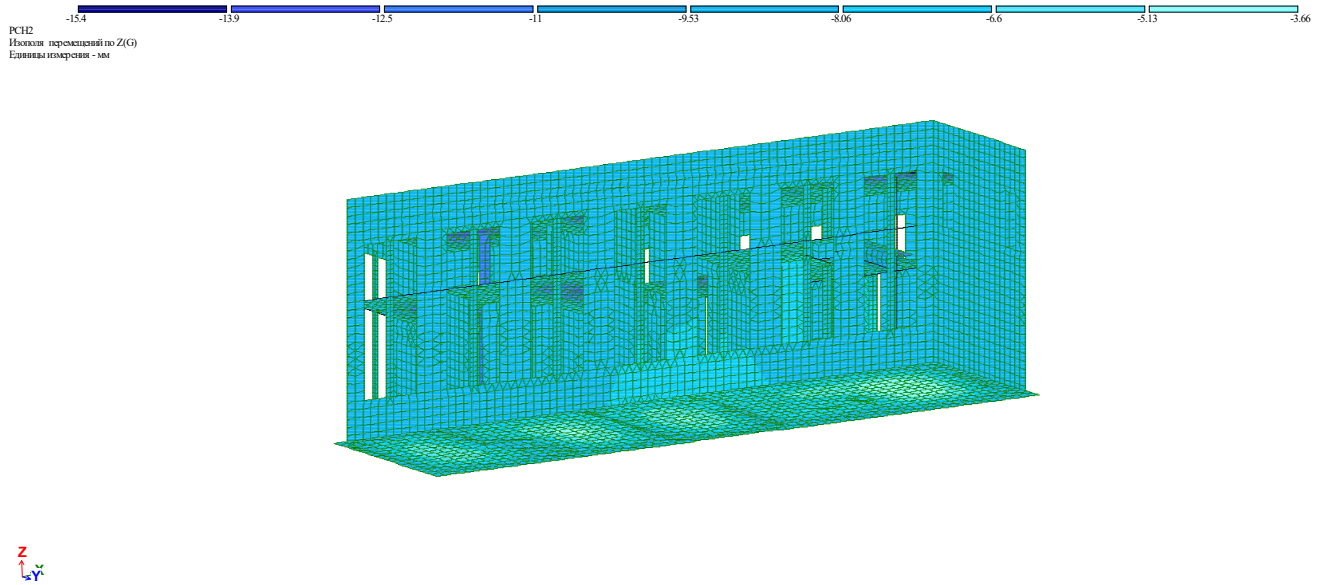
**Рис. 4.107 Учет карстового провала 2 (суммарные перемещения по z) Блок А**



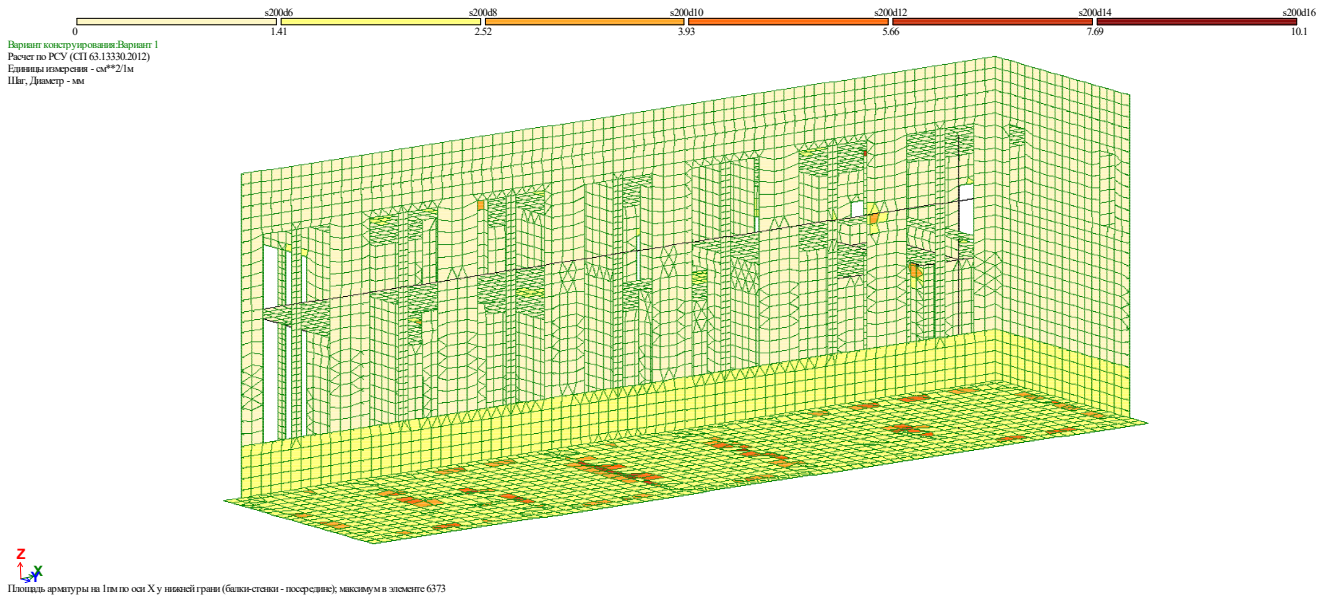
**Рис. 4.108 Учет карстового провала 2 (армирование нижнее по X) Блок А**



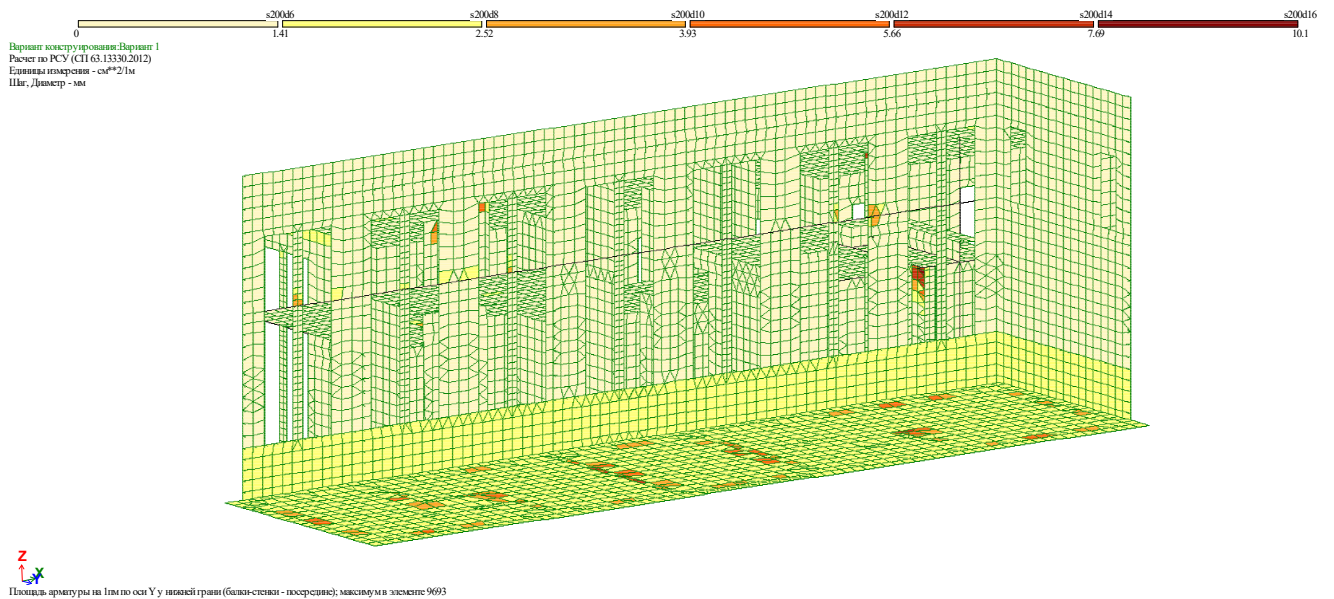
**Рис. 4.109 Учет карстового провала 2 (армирование нижнее по Y) Блок А**



**Рис. 4.107** Учет карстового провала 3 (суммарные перемещения по z) Блок А



**Рис. 4.108** Учет карстового провала 3 (армирование ниже по X) Блок А



**Рис. 4.109** Учет карстового провала 3 (армирование ниже по Y) Блок А



По результатам расчета с учетом возможного образования карстового провала прочность элементов здания обеспечена. Суммарные деформации не превышают предельных значений максимальная осадка блока А не превышает предельно допустимой:

$$S_u = 18,2 \text{ мм} < [S_u^{max}] = 150 \text{ мм} \text{ – согласно [9] приложение Д.}$$

максимальная осадка блока В,С,Д не превышает предельно допустимой:

$$S_u = 22 \text{ мм} < [S_u^{max}] = 150 \text{ мм} \text{ – согласно [9] приложение Д.}$$

Процент армирования всех ж.б. конструкций не превышает предельно допустимого, в соответствии с СП 63.13330.2012 «Бетонные и железобетонные конструкции.

#### 4.11 Расчет конструктивных элементов навесной системы вентилируемого фасада МАС.

Расчет элементов конструкции необходимо проводить с учетом наиболее неблагоприятного сочетания нагрузок - собственного веса элементов каркаса и облицовки, ветровой нагрузки.

##### Ветровая нагрузка.

Расчет ветровой нагрузки выполняется по СП 20.13330.2016 « Нагрузки и воздействия» и рекомендациям ЦНИИСК им. Кучеренко.

Ветровые нагрузки, действующие на высоте  $z=10\text{м}$ , следует определять по формуле:

$$w_m = w_0 \cdot k_z \cdot c \cdot \gamma_f$$

где -  $w_0 = 23 \text{ кгс/м}$  , нормативное ветровое давление для I ветрового района

$k_z = 1,34$  - коэффициент, учитывающий динамические свойства несущих конструкций фасадов, определяемый в зависимости от типа местности (тип местности - В) по табл.3.1, ЦНИИСК им. Кучеренко;

$c$  - аэродинамический коэффициент давления:

$c = +1,0$  - для наветренной стороны;

$c = -1,1$  — для подветренной стороны на центральных участках зда

ния;

$c = -2,0$  — для подветренной стороны на угловых участках здания;

$\gamma_f = 1,4$  — коэффициент надежности.

Положительное давление ветра для наветренной стороны здания:

$$w_{,,,+} = 23 \cdot 1,34 \cdot 1,0 \cdot 1,4 = 43,2 \text{ кгс/м}^2.$$

Отрицательное давление ветра (отсос) на центральных участках здания:

$$w_{,,,-} = 23 \cdot 1,34 \cdot (-1,1) \cdot 1,4 = -47,46 \text{ кгс/м}^2.$$

Отрицательное давление ветра (отсос) на угловых участках здания:

$$-w_{,,,-} = 23 \cdot 1,34 \cdot (-2,0) \cdot 1,4 = -86,3 \text{ кгс/м}.$$

Общая конструктивная схема.

В качестве подсистемы применяем изделия фирмы «МАС».

Направляющая PF 30x36x2, вес внапр- 1,63кг;

Мраморная плита толщиной 30мм с габаритными размерами 300x600мм, вес Gar (1м<sup>2</sup>)- 86кг.

Максимальный шаг установки нарезных прутков: по вертикали - 900мм, по горизонтали - 360 и 245мм.

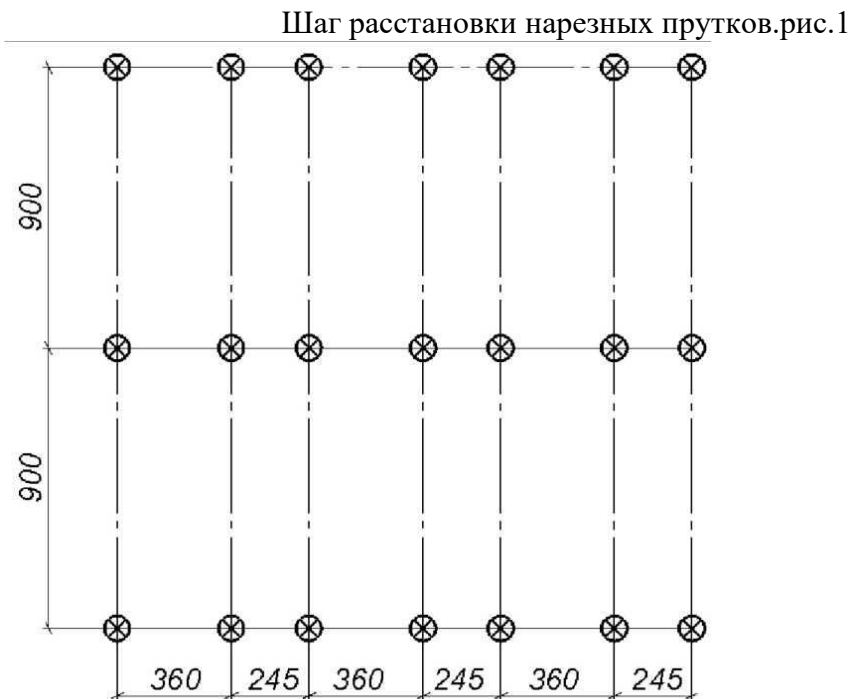
Грузовая площадь на один нарезной пруток:

$$0,6 \times 0,3 = 0,18 \text{ м}^2. \quad "$$

Расчетная нагрузка на 1м<sup>2</sup> от собственного веса плитки и направляющей:  $N = (G_{ai} + G_{npr} \times 4) \times u_f = (86 + 1,63 \times 4) \times 1,05 = 97,1 \text{ кг}$ . где  $u_f = 1,05$  - коэффициент надежности по нагрузке

Так как на 1м<sup>2</sup> приходится 8 прутков, то нагрузка на один пруток определим по формуле:

$$N_1 = N/8 = 97,1/8 = 12,1 \text{ кг}.$$



## Проверка сечения вертикальной направляющей (профиль ПФ 30х36х21).

Вертикальные направляющие воспринимают следующие нагрузки:

- 1) вертикальные нагрузки от веса облицовочных плит, передающихся через крепежные элементы в виде сосредоточенных сил;
- 2) горизонтальные нагрузки в виде распределенной нагрузки активного давления ветра по фасаду  $w_0$  или противодействия на плиты облицовки со стороны воздушного зазора, передающиеся через крепежные элементы.

Таким образом, расчет прочности вертикальных направляющих проводится по СП 16.13330.2017 для элементов, подвергаемых действию осевой силы с изгибом.

Рассчитаем сечение направляющей для самого неблагоприятного случая. Примем ветровую нагрузку для угловых участков равную  $86,3 \text{ кгс/м}^2$  Ветровая нагрузка:

$$q = 86,3 \times 0,3 = 33,78 \text{ кг/мл.}, \text{ где } 0,3 - \text{ шаг нарезного прутка по горизонтали.}$$

Максимальный изгибающий момент:

$M_{\text{тах}} = 0,125 \times q \times l^2 = 0,125 \times 33,78 \times 0,9^2 = 3,42 \text{ кгм} = 342 \text{ кгсм}$ . Характеристики направляющей ПФ 30х36х2: момент сопротивления -  $W=1,62 \text{ см}^3$ ; площадь поперечного сечения -  $F=2,1 \text{ см}^2$ .

Напряжения в сжатоизогнутом вертикальном профиле рассчитываем по формуле

$$\sigma = \frac{M}{W} + \frac{N}{F} = \frac{342}{1,62} + \frac{12,1}{2,1} = 217 \text{ кгс/см}^2 \leq \sigma = 2050 \text{ кгс/см}^2 \text{ (для стали AISI 304)}.$$

Проверка прогиба сечения направляющей определяется по приведенным формулам интеграла Мора:

$$f = \frac{0,044 \cdot q \cdot k \cdot l^4}{\gamma_f \cdot k_z \cdot E \cdot J} = \frac{0,044 \cdot 33,78 \cdot 0,65 \cdot 90^4}{1,4 \cdot 1,34 \cdot 2100000 \cdot 2,74 \cdot 100} = 0,058 \text{ см} \leq \frac{60}{300} = 0,2 \text{ см}.$$

где  $\gamma_f = 1,4$  — коэффициент надежности;

$k_z = 1,34$  - коэффициент, учитывающий динамические свойства несущих конструкций фасадов, определяемый в зависимости от типа местности (тип местности - В) по табл.3.1, ЦНИИСК им. Кучеренко;

$J = 2,14 \text{ см}^4$  - момент инерции направляющей;

$k = 0,65$  - коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления по высоте для здания высотой 10м.

**Вывод: сечение направляющей удовлетворяет требованиям прочности и деформативности**

**Проверка сечения крепежного элемента**

Геометрические характеристики крепежного элемента:

$$W = 0,05 \text{ см}^3$$

$$F = 0,37 \text{ см}^2$$

$$J = 0,02 \text{ см}^4.$$

Напряжения рассчитываем по формуле:

$$\sigma = \frac{M}{W} + \frac{N}{F} = \frac{42,35}{0,05} + \frac{34,2}{0,37} = 940 \text{ кг} / \text{см}^2 \leq \sigma = 2050 \text{ кг} / \text{см}^2 (\text{для стали AISI 304})$$

где  $N = 1,125 \times q \times l = 1,125 \times 33,78 \times 0,9 = 34,2 \text{ кг}$ ;

$M = P \times e = 12,1 \times 3,5 = 42,35 \text{ кгсм}$ .

Проверка деформации сечения крепежного элемента:

$$f = \frac{0,044 \cdot q \cdot k \cdot l^4}{\gamma_f \cdot k_z \cdot E \cdot J} = \frac{0,044 \cdot 12,1 \cdot 0,65 \cdot 3,5^4}{1,4 \cdot 1,34 \cdot 2100000 \cdot 0,02} = 0,0007 \text{ см} \leq \frac{3,5}{75} = 0,047 \text{ см}.$$

**Вывод:** сечение крепежного элемента удовлетворяет требованиям прочности

#### 4.12 Расчет конструктивных элементов тепловой камеры

Конструкции камеры – монолитные железобетонные. Внутренние габариты – 3,0 x 5,2 м. Высота 2,0 м. Плита днища и стены толщ. 300 мм. Плита покрытия 200 мм. Материалы - Бетон кл. В20, W6, F150, Арматура кл. А-500С. Предусмотрена оклеечная гидроизоляция. Заглубление от поверхности земли – 0,0 м.

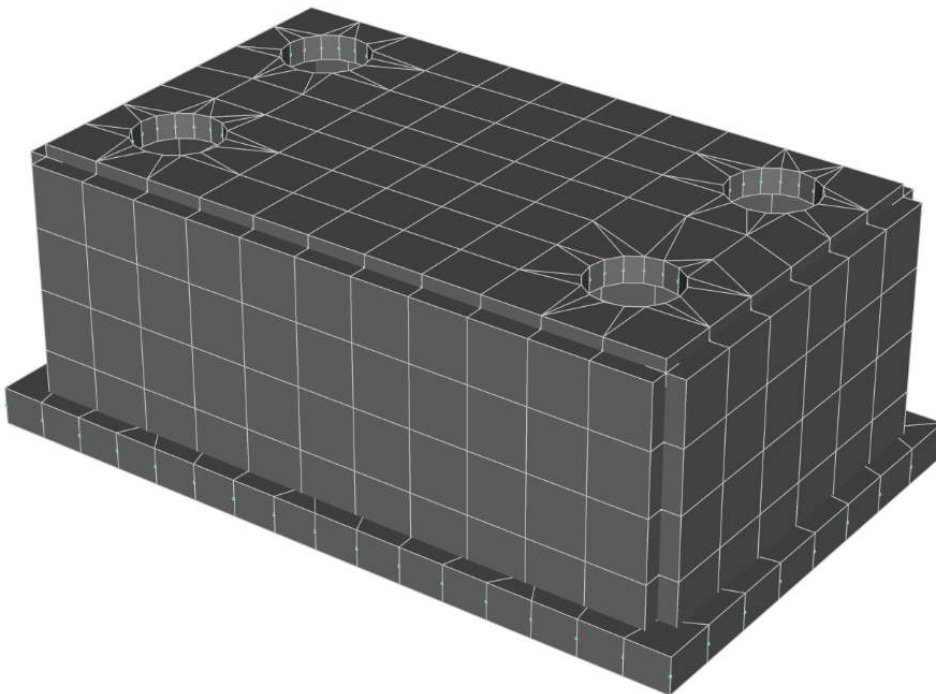


Рис. Общий вид тепловой камеры

## Нагрузки

Расчетные нагрузки на плиту:

- Равномерно распределенная ( $q$ ) **1,05 тс/м<sup>2</sup>**, в том числе:

Собственный вес плиты (0,55 тс/м<sup>2</sup>)

Полезная нагрузка (0,5 тс/м<sup>2</sup>)

Боковое давление грунта (0,4 -1,7 т/м<sup>2</sup>)

### Расчет бокового давления грунта на конструкцию

**Допущения и предпосылки.** Методика расчета принята согласно п.п. 9.17-9.23 СП 22.13330.2016. Грунты прилегающие к подпорной конструкции условно однородные с характеристиками указанными в исходных данных. Грунтовые воды отсутствуют. Вертикальная составляющая усилий не учитывается.

**Исходные данные.**  $h = 2.00$  м;  $\gamma_{fq} = 1.20$ ;  $q = 1.00 \cdot 1.20 = 1.20$  т/м<sup>2</sup>;  $\gamma_{fg} = 1.15$ ;  $\gamma = 1.70 \cdot 1.15 = 1.95$  т/м<sup>3</sup>;  $c = 0$  т/м<sup>2</sup>;  $\varphi = 30.0^\circ$ ;  $\delta = 0^\circ$ ;  $\theta = 0^\circ$ ;  $\beta = 0^\circ$ ; вычисляется активное давление.

**Расчет.** Коэффициент бокового давления:

$$K_a = \operatorname{tg}^2(45 - \varphi/2) = 0.333$$

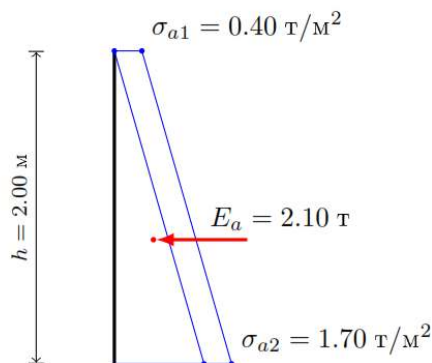
Давление в характерных точках по глубине:

$$\sigma_{a1} = K_a q = 0.333 \cdot 1.20 = 0.40 \text{ т/м}^2$$

$$\sigma_{a2} = \gamma h K_a + K_a q = 1.95 \cdot 2.00 \cdot 0.333 + 0.333 \cdot 1.20 = 1.70 \text{ т/м}^2$$

$$E_a = 0.5bh(\sigma_{a1} + \sigma_{a2}) = 0.5 \cdot 1.0 \cdot 2.00 (0.40 + 1.70) = 2.10 \text{ т}$$

$$h_E = \frac{h}{3} \cdot \frac{2\sigma_{a1} + \sigma_{a2}}{\sigma_{a1} + \sigma_{a2}} = \frac{2.00}{3} \cdot \frac{2 \cdot 0.40 + 1.70}{0.40 + 1.70} = 0.79 \text{ м}$$



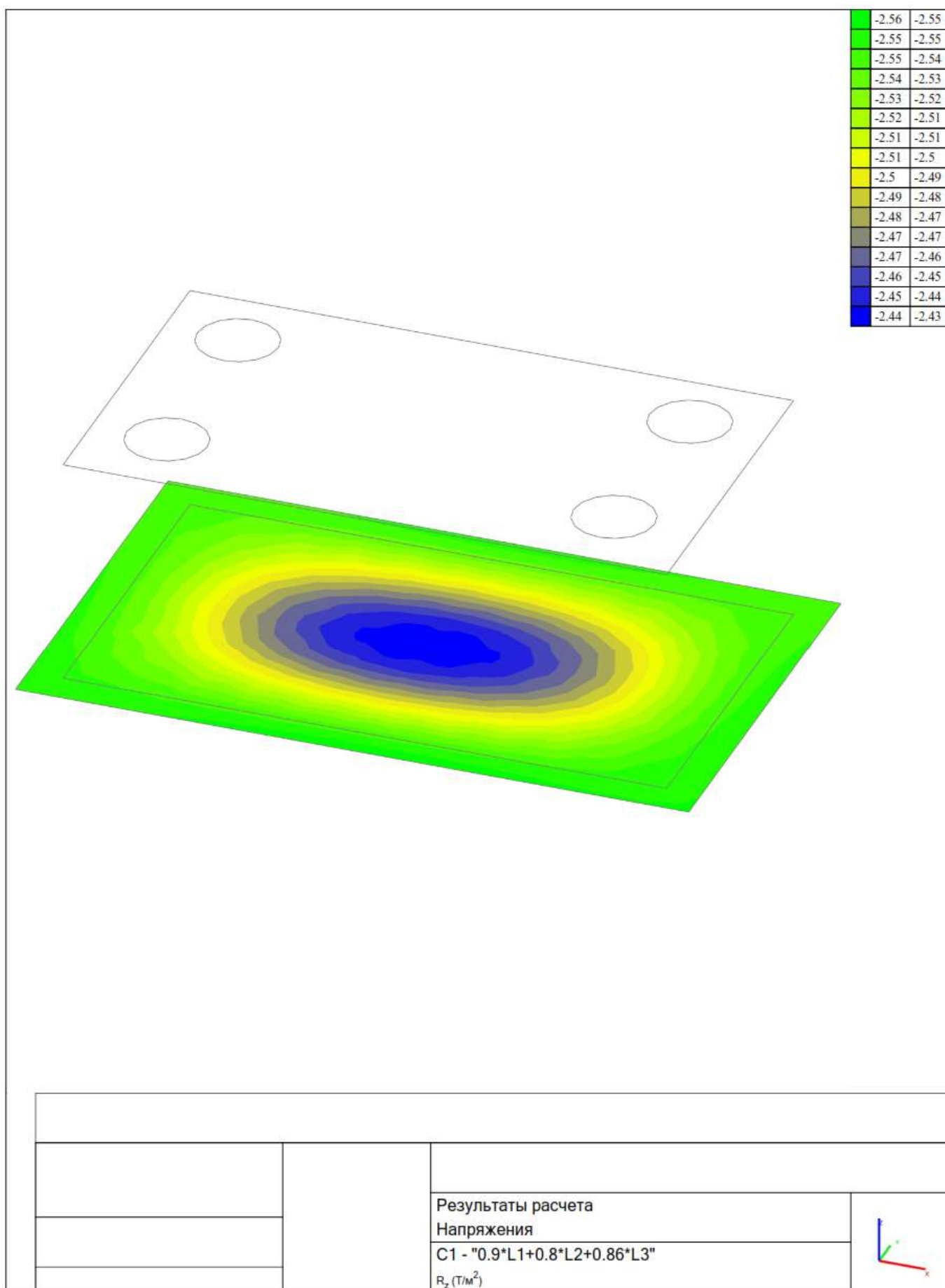
**Выводы.** Эпюра бокового давления имеет форму трапеции. Давление в верхней и нижней частях эпюры составляет соответственно  $\sigma_{a1} = 0.40$  т/м<sup>2</sup> и  $\sigma_{a2} = 1.70$  т/м<sup>2</sup>. Суммарное горизонтальное усилие от бокового давления составляет  $E_a = 2.10$  т.

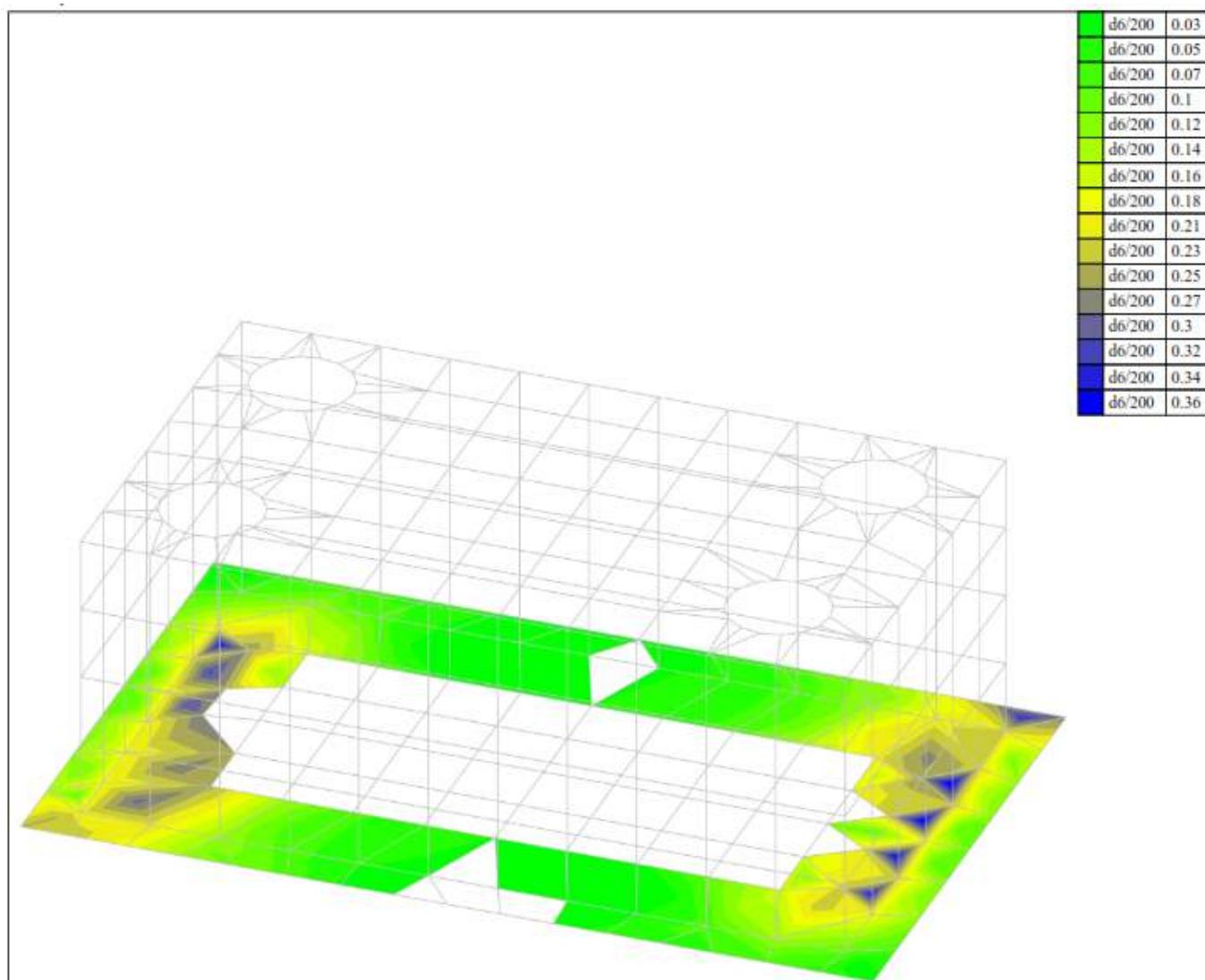
## 2. - результаты:

По результатам армирования требуемая арматура составит: для фундамента, и перекрытия -  $d_6$  шаг 200 мм нижняя и верхняя по X и Y.

Для стен -  $d_6$  шаг 200 мм наружная и внутренняя по X и Y.

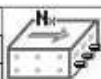
С учетом конструктивных требований в проекте принимается армирование  $d_{12}$  шаг 200 мм





Группа: Плита фонд

Нормы : СП 63.13330.2018 с изменениями №1

Ц.т. арматуры:  $a_1 = 40$  мм,  $a_2 = 40$  мм

Продольная арматура: A500

Тип: Оболочка

Ц.т. арматуры:  $a_3 = 0$  мм,  $a_4 = 0$  мм

Поперечная арматура: A240

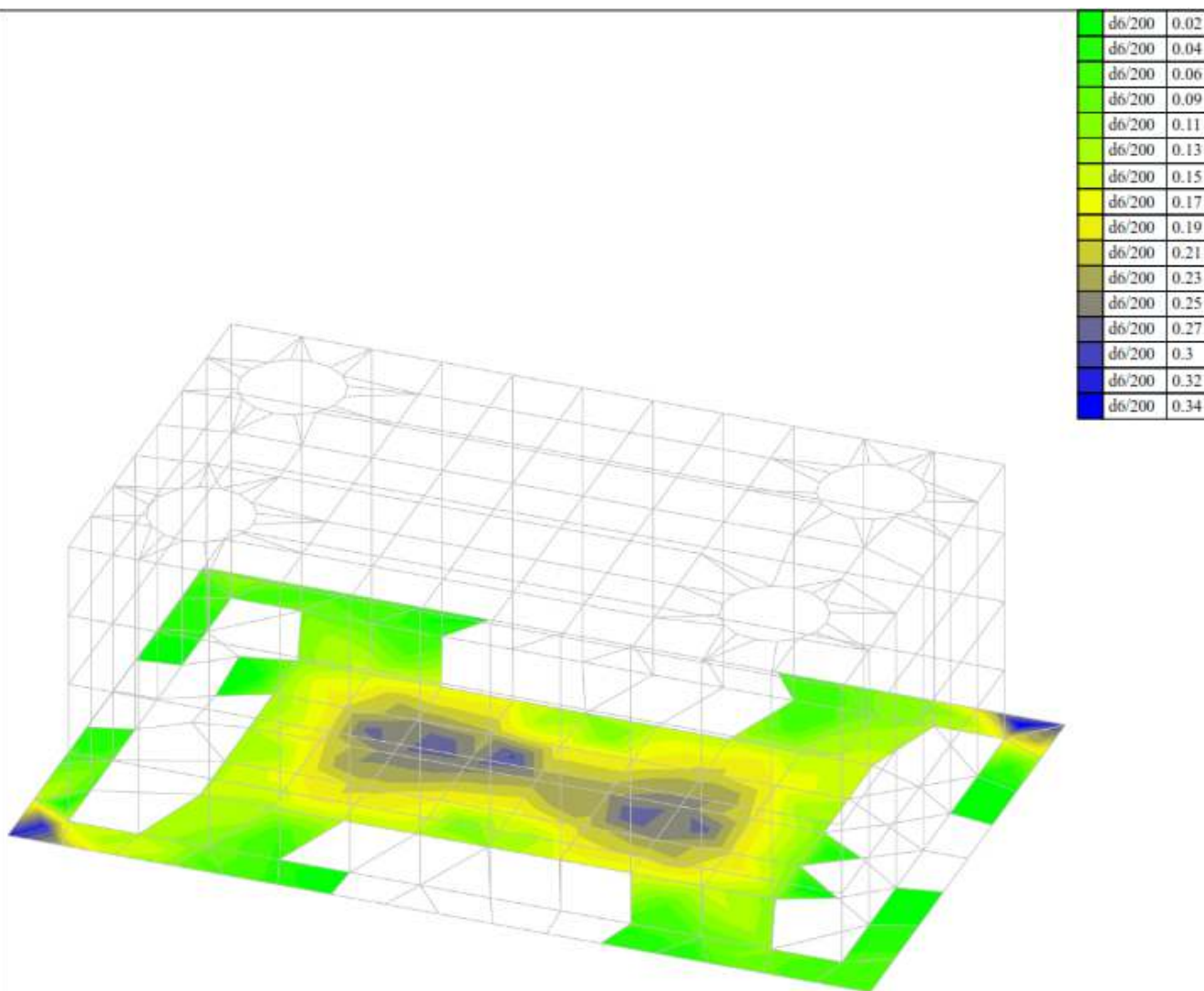
Класс бетона: B20

Учет трещиностойкости

Результаты расчета

Подбор арматуры

Интенсивность  $S_x$  (нижняя по X) ( $\text{см}^2/\text{м}$ )

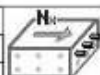


Группа: Плита фонд

Нормы : СП 63.13330.2018 с изменениями №1

Тип: Оболочка

Класс бетона: B20



Ц.т. арматуры:  $a_1 = 40$  мм,  $a_2 = 40$  мм

Ц.т. арматуры:  $a_3 = 0$  мм,  $a_4 = 0$  мм

Учет трещиностойкости

Продольная арматура: A500

Поперечная арматура: A240

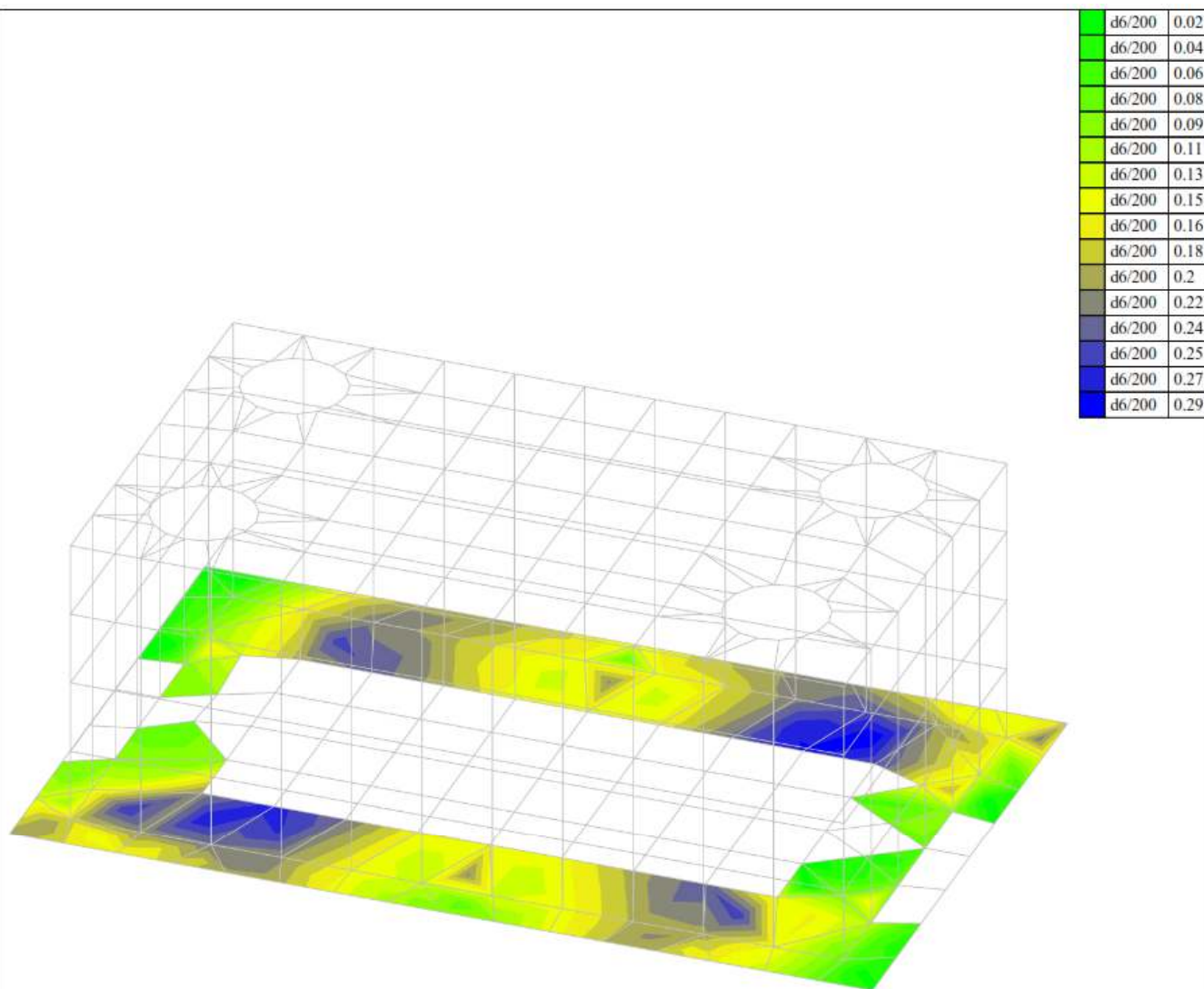
Результаты расчета

Подбор арматуры

Интенсивность  $S_2$  (верхняя по X) ( $\text{см}^2/\text{м}$ )







Группа: Плита фонд

Нормы : СП 63.13330.2018 с изменениями №1

Тип: Оболочка

Класс бетона: В20

Ц.т. арматуры:  $a_1 = 40$  мм,  $a_2 = 40$  ммЦ.т. арматуры:  $a_3 = 0$  мм,  $a_4 = 0$  мм

Учет трещиностойкости

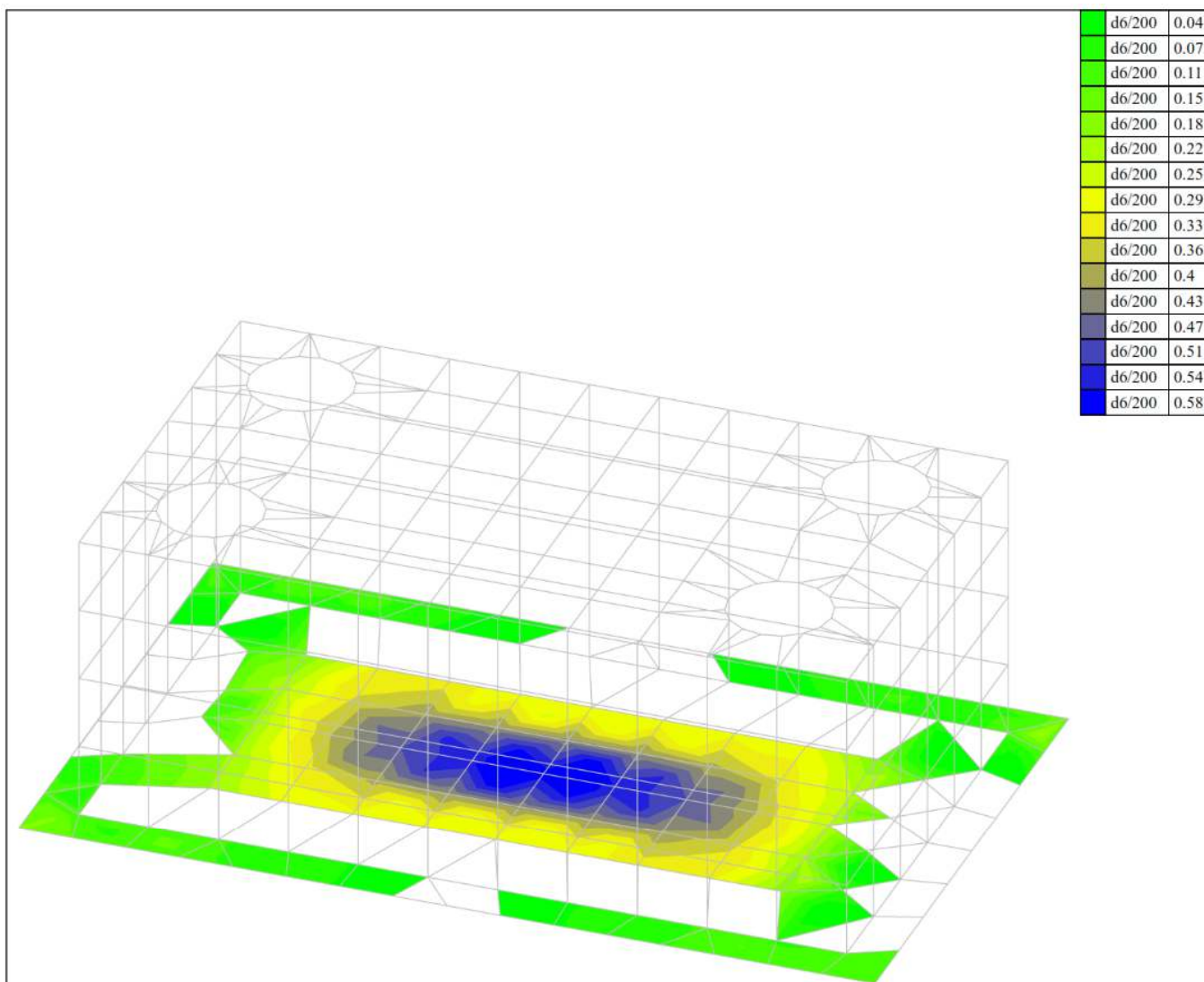
Продольная арматура: A500

Поперечная арматура: A240

Результаты расчета

Подбор арматуры

Интенсивность  $S_3$  (нижняя по Y) ( $\text{см}^2/\text{м}$ )



Группа: Плита фонд

Нормы : СП 63.13330.2018 с изменениями №1

Тип: Оболочка

Класс бетона: В20

Ц.т. арматуры:  $a_1 = 40$  мм,  $a_2 = 40$  ммЦ.т. арматуры:  $a_3 = 0$  мм,  $a_4 = 0$  мм

Учет трещиностойкости

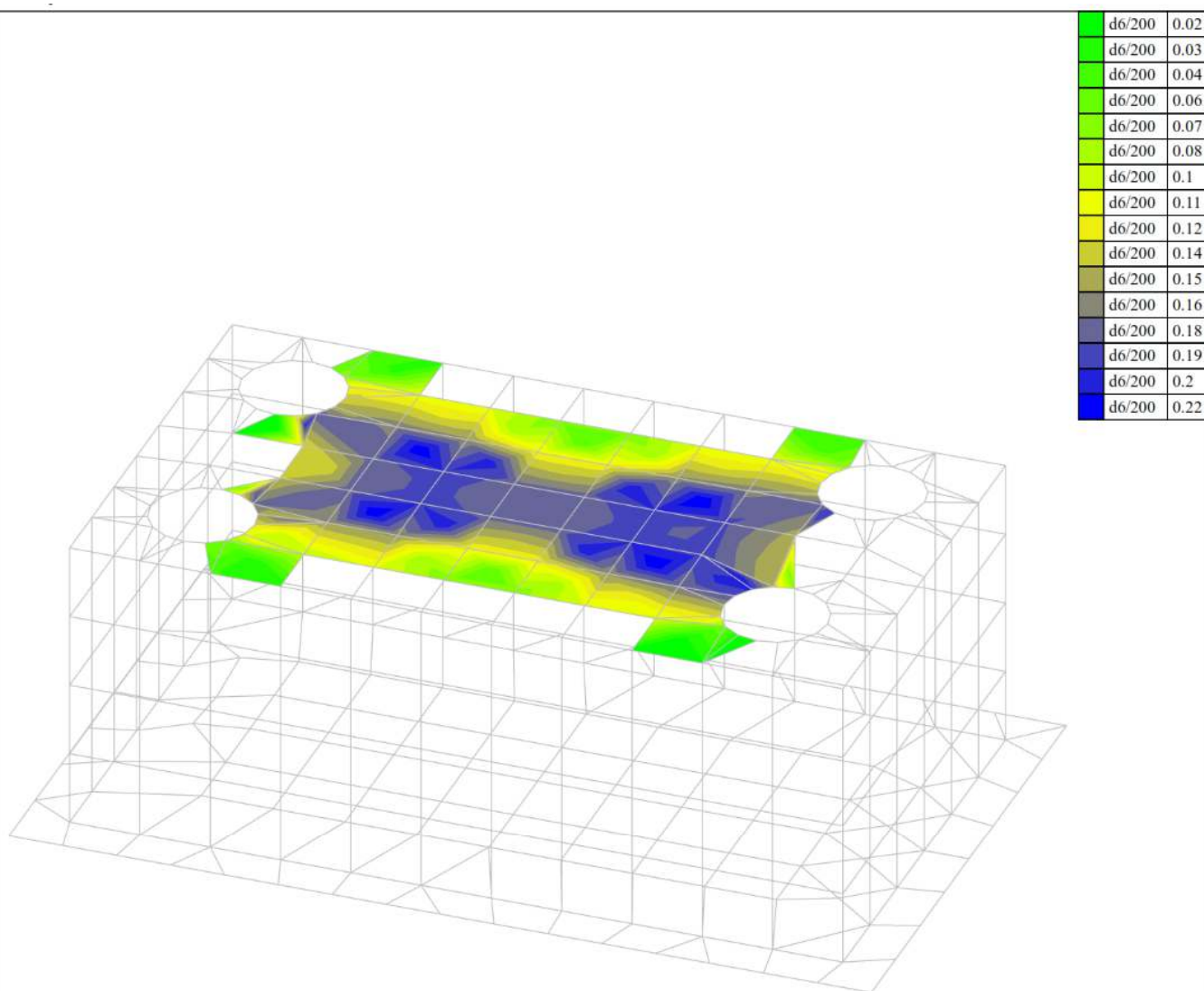
Продольная арматура: А500

Поперечная арматура: А240

Результаты расчета

Подбор арматуры

Интенсивность  $S_4$  (верхняя по Y) ( $\text{см}^2/\text{м}$ )

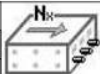


Группа: Плита покрытия

Нормы : СП 63.13330.2018 с изменениями №1

Тип: Оболочка

Класс бетона: В20

Ц.т. арматуры:  $a_1 = 30$  мм,  $a_2 = 30$  ммЦ.т. арматуры:  $a_3 = 0$  мм,  $a_4 = 0$  мм

Учет трещиностойкости

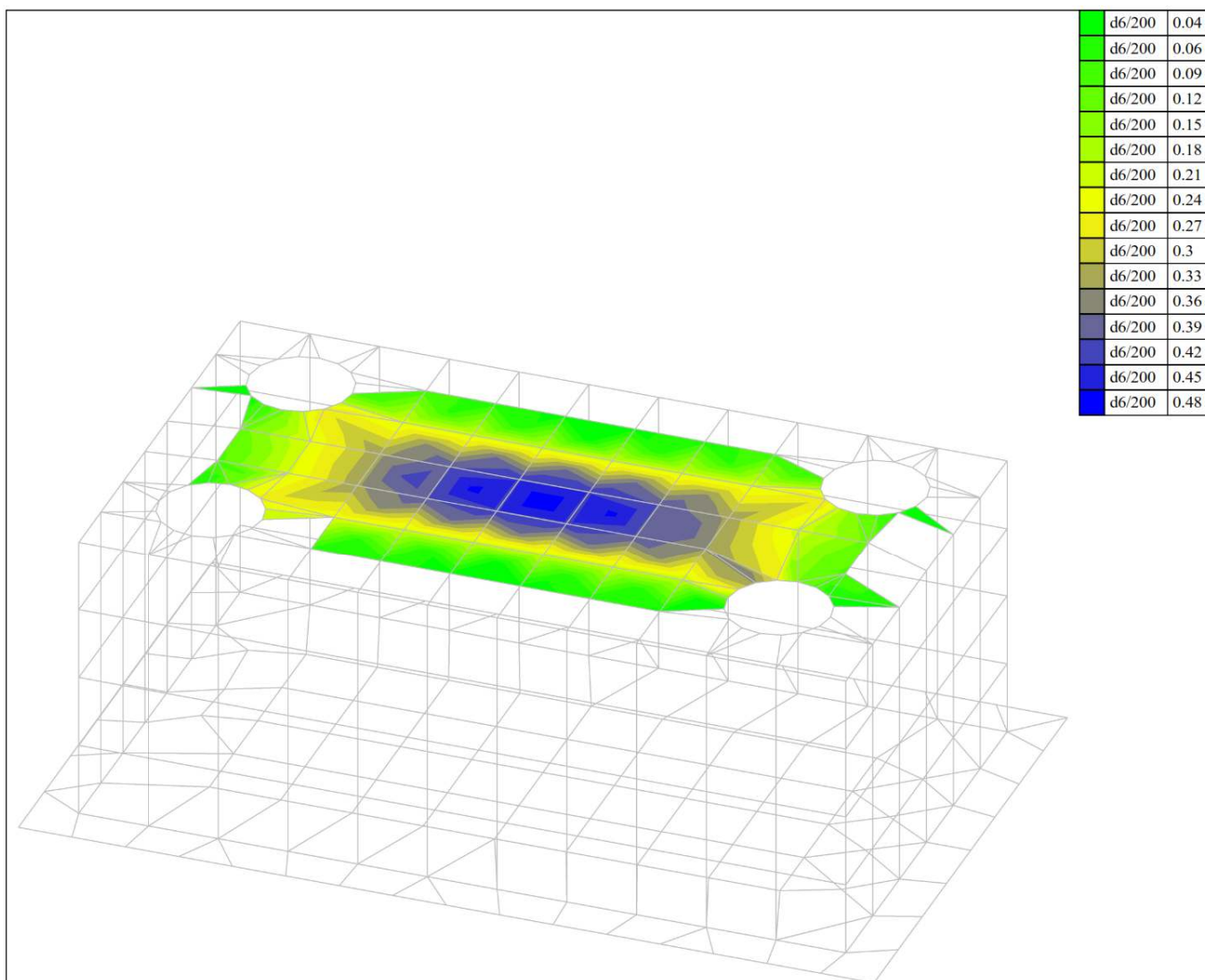
Продольная арматура: А500



Поперечная арматура: А240

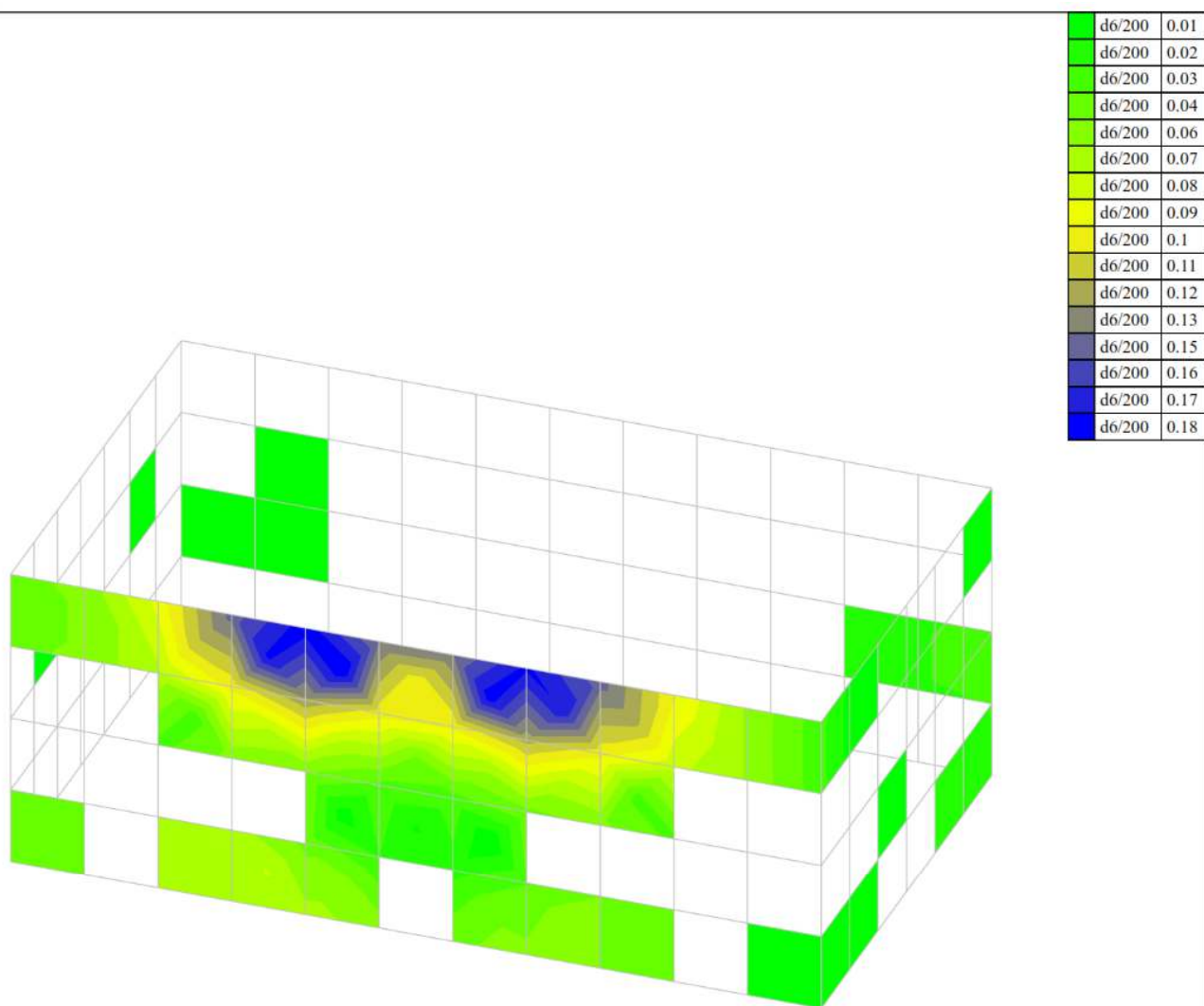
Результаты расчета

Подбор арматуры

Интенсивность  $S_1$  (нижня по X) ( $\text{см}^2/\text{м}$ )



Группа: Плита покрытия				
Нормы : СП 63.13330.2018 с изменениями №1			Ц.т. арматуры: $a_1 = 30$ мм, $a_2 = 30$ мм	Продольная арматура: A500
Тип: Оболочка			Ц.т. арматуры: $a_3 = 0$ мм, $a_4 = 0$ мм	Поперечная арматура: A240
Класс бетона: B20		Учет трещиностойкости		
		Результаты расчета		
		Подбор арматуры		
		Интенсивность $S_3$ (нижня по Y) (см <sup>2</sup> /м)		

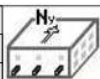


Группа: Стены

Нормы : СП 63.13330.2018 с изменениями №1

Тип: Оболочка

Класс бетона: В20

Ц.т. арматуры:  $a_1 = 30$  мм,  $a_2 = 30$  ммЦ.т. арматуры:  $a_3 = 0$  мм,  $a_4 = 0$  мм

Учет трещиностойкости

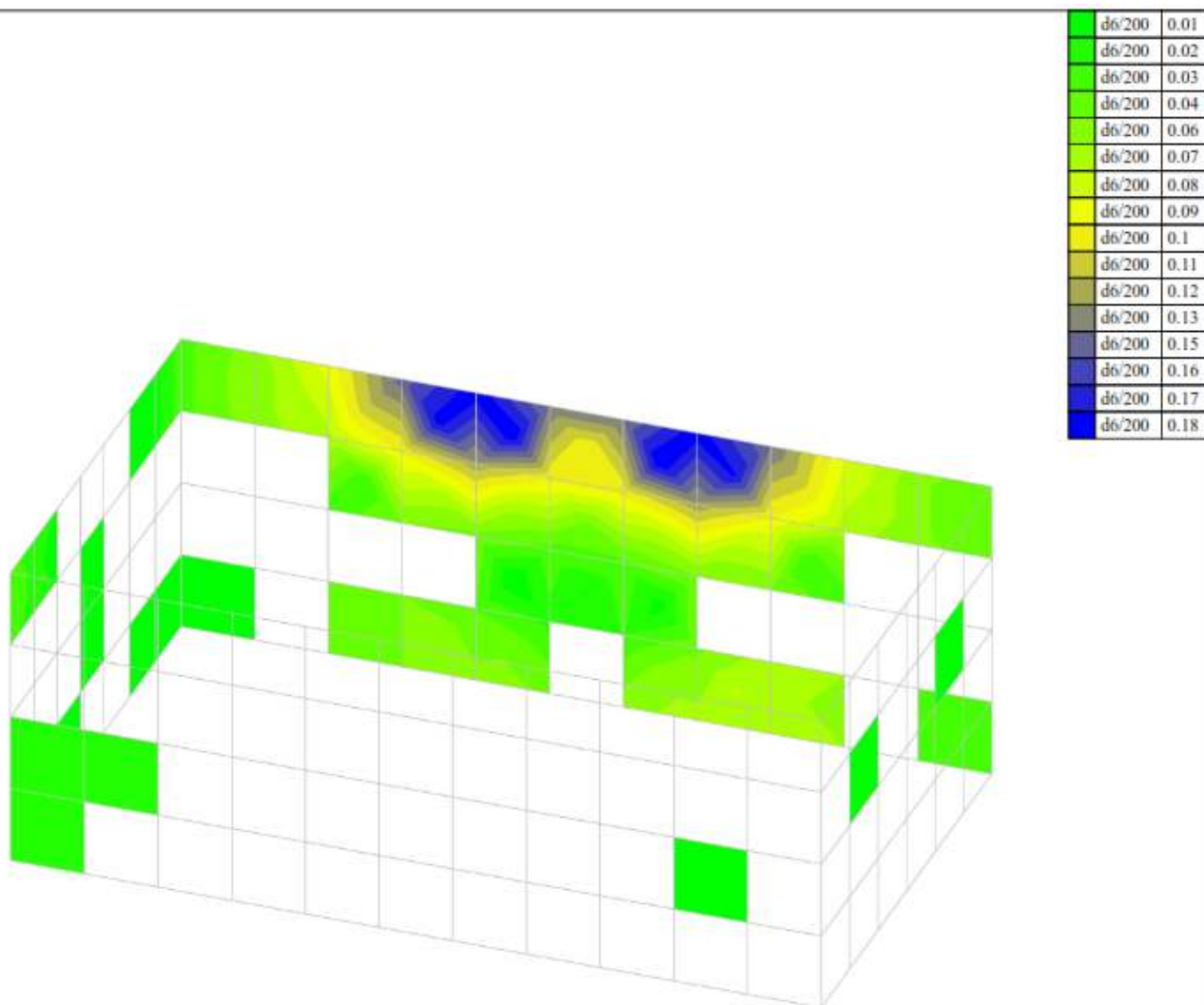
Продольная арматура: А500

Поперечная арматура: А240

Результаты расчета

Подбор арматуры

Интенсивность  $S_3$  (нижняя по Y) ( $\text{см}^2/\text{м}$ )



Группа: Стены

Нормы : СП 63.13330.2018 с изменениями №1

Тип: Оболочка

Класс бетона: В20

Ц.т. арматуры:  $a_1 = 30$  мм,  $a_2 = 30$  ммЦ.т. арматуры:  $a_3 = 0$  мм,  $a_4 = 0$  мм

Учет трещиностойкости

Продольная арматура: А500

Поперечная арматура: А240

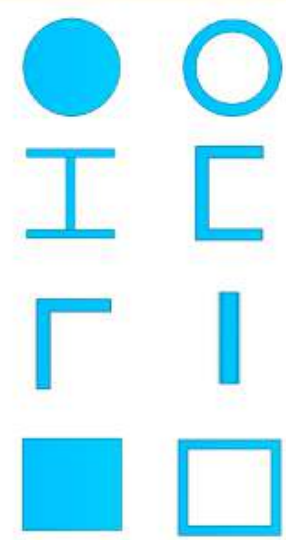
Результаты расчета

Подбор арматуры

Интенсивность  $S_4$  (верхняя по Y) ( $\text{см}^2/\text{м}$ )

## 4.12 Расчет ограждения витражей.

Ограждение витража – труба, шарнирно закрепленная в торцах оконного проема (к ж.б. стенам) на высоте 1,2 м. Максимальный пролет витража – 1,8 м.

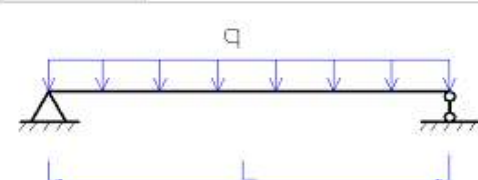
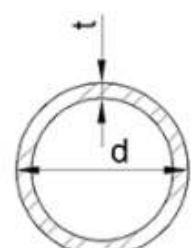


Материал: Сталь ▾

Класс: С235 ▾

Схема: Шарнир-Шарнир ▾

Нагрузка: Распределенная ▾

Диаметр d	50	мм
Толщина стенки t	2	мм
Пролет L	1800	мм
Нагрузка q	50	кг/м

Считать
Подробнее

Прочность по нормальным напряжениям:  
**обеспечена 61.01 МПа < 197 МПа, запас 222.9%**

Прочность по касательным напряжениям:  
**обеспечена 2.44 МПа < 114.3 МПа, запас 4582.8%**

## ВЫВОДЫ:

1. Все конструкции объекта: «Реконструкция гостиничного комплекса по адресу: г. Москва, внутригородское муниципальное образование Раменки, МЖД, Киевское, 5-й км, вл. 7Б (кадастровый номер 77:07:0006003:4628)», рассчитаны в соответствии с действующими на территории РФ нормами и правилами.
2. Жесткость здания обеспечивается за счёт стен и жесткого сопряжения железобетонных монолитных конструкций между собой.
3. Комплекс статических расчетов здания выполнен в достаточном объёме, необходимом для определения основных параметров, характеризующих прочность, устойчивость и эксплуатационную пригодность здания в целом и его основных несущих элементов, и может быть использован при разработке рабочей документации.
4. Подобраны сечения и армирование железобетонных конструкций, обеспечивающие прочность, жёсткость и устойчивость как отдельных конструкций, так и всего здания в целом при всех видах воздействий, которые могут проявиться в период его жизненного цикла. Также все подобранные сечения отвечают требованиям экономичности и технологичности.
5. Процент армирования всех ж.б. конструкций не превышает предельно допустимого, в соответствии с СП 63.13330.2012 «Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения».
6. В качестве материалов, всех несущих конструкций приняты, широко применяемые в настоящее время в монолитном домостроении; тяжелый бетон естественного твердения, классов по прочности на сжатие В25, рабочая арматура класса А500С и А240.
7. По результатам расчетов запас по устойчивости зданий составляет более 21.2. Согласно [11] запас по устойчивости здания должен быть не менее двух.
8. По результатам расчетов максимальная осадка блока А не превышает предельно допустимой:
 
$$S_u = 12.4 \text{ мм} < [S_u^{max}] = 150 \text{ мм} \text{ – согласно [9] приложение Д.}$$
 По результатам расчетов разность осадок блока А не превышает предельно допустимой:
 
$$(\Delta s/L)_u = 0.000875 < [0.003] \text{ – согласно [9] приложение Д}$$
9. По результатам расчетов максимальная осадка блока В не превышает предельно допустимой:
 
$$S_u = 20 \text{ мм} < [S_u^{max}] = 150 \text{ мм} \text{ – согласно [9] приложение Д.}$$
 По результатам расчетов разность осадок блока В не превышает предельно допустимой:
 
$$(\Delta s/L)_u = 0.000322 < [0.003] \text{ – согласно [9] приложение Д}$$
10. По результатам расчетов максимальная осадка блока С не превышает предельно допустимой:
 
$$S_u = 18.9 \text{ мм} < [S_u^{max}] = 150 \text{ мм} \text{ – согласно [9] приложение Д.}$$
 По результатам расчетов разность осадок блока С не превышает предельно допустимой:
 
$$(\Delta s/L)_u = 0.000339 < [0.003] \text{ – согласно [9] приложение Д}$$
11. По результатам расчетов максимальная осадка блока Д не превышает предельно допустимой:
 
$$S_u = 15.9 \text{ мм} < [S_u^{max}] = 150 \text{ мм} \text{ – согласно [9] приложение Д.}$$
 По результатам расчетов разность осадок блока Д не превышает предельно допустимой:
 
$$(\Delta s/L)_u = 0.000299 < [0.003] \text{ – согласно [9] приложение Д}$$
12. По результатам расчета основания по 2 ГПС, максимальное давление под подошвой фундаментной плиты блока А не превышает расчетного сопротивления грунта основания:
 
$$R_{cp} = 11.3 \text{ т/м}^2 < R = 20.85 \text{ т/м}^2.$$



13. По результатам расчета основания по 2 ГПС, максимальное давление под подошвой фундаментной плиты блока В не превышает расчетного сопротивления грунта основания:

$$R_{cp} = 15.2 \text{ т/м}^2 < R = 20.85 \text{ т/м}^2.$$

14. По результатам расчета основания по 2 ГПС, максимальное давление под подошвой фундаментной плиты блока А не превышает расчетного сопротивления грунта основания:

$$R_{cp} = 15.8 \text{ т/м}^2 < R = 20.85 \text{ т/м}^2.$$

15. По результатам расчета основания по 2 ГПС, максимальное давление под подошвой фундаментной плиты блока А не превышает расчетного сопротивления грунта основания:

$$R_{cp} = 14.3 \text{ т/м}^2 < R = 20.85 \text{ т/м}^2.$$

16. По результатам расчетов максимальные неупругие прогибы плит перекрытий не превышают предельно допустимых:

- Блок А плита перекрытия +4,000:

$$f = 4.67 \text{ мм} < \frac{5830}{250} = 23 \text{ мм} \text{ – согласно [7] приложению Е.}$$

- Блок А плита покрытия на отм. +7,450:

$$f = 5.42 \text{ мм} < \frac{6810}{250} = 27 \text{ мм} \text{ – согласно [8] приложению Е.}$$

- Блок В, С, Д плита перекрытия на отм. +4,050:

$$f = 9.99 \text{ мм} < \frac{8700}{250} = 35 \text{ мм} \text{ – согласно [8] приложению Е.}$$

- Блок В, С, Д плита перекрытия на отм. +7,850:

$$f = 11.5 \text{ мм} < \frac{8300}{250} = 33 \text{ мм} \text{ – согласно [8] приложению Е.}$$

- Блок В, С, Д плита перекрытия на отм. +12,000:

$$f = 16.4 \text{ мм} < \frac{9080}{250} = 36 \text{ мм} \text{ – согласно [8] приложению Е.}$$

17. По результатам расчета с учетом возможного образования карстового провала прочность элементов здания обеспечена. Суммарные деформации не превышают предельных значений максимальная осадка блока А не превышает предельно допустимой:

$$S_u = 14 \text{ мм} < [S_u^{max}] = 150 \text{ мм} \text{ – согласно [9] приложение Д.}$$

максимальная осадка блока В, С, Д не превышает предельно допустимой:

$$S_u = 22 \text{ мм} < [S_u^{max}] = 150 \text{ мм} \text{ – согласно [9] приложение Д.}$$

18. По результатам расчета элементов фасадной подсистемы установлено, что они удовлетворяют требованиям прочности и деформативности.

19. По результатам расчетов конструкции тепловой камеры отвечают требованиям прочности и деформативности. Армирование назначено не менее требуемого по расчету и конструктивным требованиям.

20. Ограждения витражей отвечают требованиям прочности и устойчивости.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:**

1. ГОСТ 27751-2014 «Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения».
2. Градостроительный кодекс Российской Федерации №190-ФЗ от 29 декабря 2004 г.
3. СП 131.13330.2012 «Строительная климатология и геофизика».
4. СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия».
5. СП 22.13330.2016 «Основания зданий и сооружений».
6. СП 63.13330.2018 «Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения».
7. Федеральный закон от 22 июля 2008 г. N 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

**ПРИЛОЖЕНИЯ**



# СЕРТИФИКАТ СООТВЕТСТВИЯ

№ RA.RU.AB86.H01173

Срок действия с 25.06.2019 по 24.06.2021

№ 0351081

ОРГАН ПО СЕРТИФИКАЦИИ RA.RU.11AB86

ООО ЦСПС. Орган по сертификации программной продукции в строительстве  
125057 г. Москва, Ленинградский проспект, дом 63, тел. (499) 157-1990

**ПРОДУКЦИЯ** Программный комплекс ЛИРА-САПР  
для расчета и проектирования конструкций различного  
назначения

код ОК

58.29.29.000

*обеспечение программное прикладное прочее на электронном носителе, серийный выпуск*

СООТВЕТСТВУЕТ ТРЕБОВАНИЯМ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ

ГОСТ 28195-89, разд. 2, п.2.1 (пп.1.1, 1.2, 2.1, 2.2, 2.3, 3.1, 3.2, 3.3, 6.1, 6.2);  
ГОСТ 28806-90, разд. 2, пп.13 – 16; ГОСТ Р ИСО/МЭК 9126-93, разд. 4,  
пп.4.1 – 4.4; ГОСТ Р ИСО 9127-94, разд.6, пп.6.1.1, 6.3.1, 6.3.3, 6.5.1 – 6.5.3, 6.5.5;  
ГОСТ Р ИСО/МЭК 12119-2000, разд. 3, пп.3.1.1, 3.1.3, 3.2.1 – 3.2.5

код ТН ВЭД

**ИЗГОТОВИТЕЛЬ** ООО "Ли́ра сервис" ИНН 7728548282, Россия, 117574, Москва,  
проезд Одоевского, д.3, корп.7, тел. (495) 730-0133; ООО "ЛИРА САПР", Украина,  
04053, г.Киев, пер.Кияновский, д.7а, оф.210, тел. /факс +38 (044) 590-5886, 590-5885

**СЕРТИФИКАТ ВЫДАН**

ООО "Ли́ра сервис", 117574, Москва, проезд Одоевского, д.3, корп.7,  
тел. (495) 730-0133

**НА ОСНОВАНИИ**

Заключения ООО ЦСПС № 01-37-19 от 24 июня 2019 г. на 21-й странице.

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ**

**Схема сертификации 3**



\*Руководитель органа

Эксперт

подпись  
  
подпись

**С.Д.Ратнер**

инициалы, фамилия

**Т.Н.Бубнова**

инициалы, фамилия

Сертификат не применяется при обязательной сертификации

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ № 01-37-19

ОРГАНА ПО СЕРТИФИКАЦИИ ПРОГРАММНОЙ ПРОДУКЦИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ  
на базе ООО «Центр сертификации программной продукции в строительстве» (ООО ЦСПС)

о соответствии разделам и пунктам нормативных документов  
программного комплекса ЛИРА-САПР от 24.06.2019г.

(к сертификату соответствия № RA.RU.АБ86.Н01173,  
срок действия 25.06.2019 – 24.06.2021)

### 1. Обозначение программной продукции

Программный комплекс ЛИРА-САПР.

### 2. Наименование программной продукции

Программный комплекс (ПК) расчета и проектирования конструкций различного назначения  
ЛИРА-САПР.

### 3. Версия - 2019

### 4. Назначение программной продукции

Численное исследование прочности и устойчивости пространственных конструкций широкого класса назначения в линейной и нелинейной постановках от статических нагрузок, динамических воздействий и прогрессирующего (лавинообразного) обрушения, а также проектирование стальных, железобетонных, сталежелезобетонных, каменных и армокаменных конструкций с выводом чертежей.

### 5. Программы и программные модули, входящие в состав ПК ЛИРА-САПР

Процессор линейный:

статический анализ, библиотека конечных элементов  
полный динамический анализ  
сейсмика, пульсация ветра  
позтажные (узловые) спектры отклика  
супер-элементы (СЭ)

Процессор нелинейный:

геометрическая нелинейность  
физическая нелинейность  
инженерная нелинейность 1 (секущие жесткости)  
инженерная нелинейность 2 (касательные жесткости)  
устойчивость (поиск новых форм равновесия)  
конструктивная нелинейность  
pushover analysis

Препроцессор САПФИР-3D

Единая графическая среда (ВИЗОР-САПР)

Расчетные сочетания усилий (PCY)

Расчетные сочетания нагрузок (PCN)

Проектирующая система железобетонных конструкций (АРМ-САПР)

Локальный режим армирования (ЛАРМ-САПР)

Проектирующая система стальных конструкций (СТК-САПР)

Редактируемый сортамент стального проката (РС-САПР)

Конструктор сечений (КС-САПР)

Конструктор тонкостенных сечений (КТС-САПР)

Заместитель генерального  
директора ООО ЦСПС

Эксперт



Д.Ю.Бубнов

Т.Н.Бубнова

Конструктор сечений (многоматериальный)  
Вычисление нагрузок на фрагмент конструкции (ФРАГМЕНТ)  
Проверка устойчивости (СТАБ-САПР)  
Система документирования «Книга Отчетов»  
Набор конвертеров (Autodesk Revit, Tekla Structures, AutoCAD, ArchiCAD, Allplan и др.)  
Проверка прочности сечений (ЛИТЕРА)  
Специализированная расчетно-графическая система МОНТАЖ  
Специализированная расчетно-графическая система МОСТ  
Специализированная расчетно-графическая система КМ-САПР  
Специализированная расчетно-графическая система ДИНАМИКА ВО ВРЕМЕНИ  
Специализированная расчетно-графическая система ГРУНТ  
Специализированная расчетно-графическая система ИНТЕГРАЦИЯ ЗАДАЧ (МЕТЕОР)  
Специализированная расчетно-графическая система САПФИР-ЖБК  
Специализированная расчетно-графическая система ПАНЕЛЬНЫЕ ЗДАНИЯ  
Специализированная расчетно-графическая система Каменные и армокаменные конструкции  
Специализированная расчетно-графическая система СТАЛЕЖЕЛЕЗОБЕТОН  
Специализированная расчетно-графическая система КОНСТРУКТОР СЕЧЕНИЙ  
универсальный  
Специализированная расчетно-графическая система САПФИР-Генератор  
Специализированная расчетно-графическая система ОГНЕСТОЙКОСТЬ  
Специализированная расчетно-графическая система ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ

#### 6. Задачи, решаемые ПК ЛИРА-САПР:

- графическое формирование расчетных схем, задание численных характеристик жесткости элементов, нагрузок и других параметров и атрибутов расчетных схем в соответствии с конечно-элементной и супер-элементной моделями;
- графический анализ напряженно-деформированного состояния рассчитываемых объектов, отображение результатов расчета в виде эпюр усилий, мозаик и изополей перемещений и напряжений;
- вычисление жесткости упругого основания (естественного и свайного) с учетом влияющих нагрузок;
- решения линейных задач статики, динамики и устойчивости сооружений;
- решения физически-, геометрически нелинейных и контактных задач на статические нагрузки и динамические воздействия (методом прямого интегрирования);
- расчет тонкостенных стержневых систем с учетом деформации (ЛСТК);
- моделирование процесса возведения конструкции (монтажа и демонтажа элементов);
- пересчет жесткостных характеристик железобетонных и сталежелезобетонных сечений, а также стыков конструкций (дискретных, платформенных и контактных) с учетом их напряженно-деформированного состояния по секущим жесткостям (инженерная нелинейность 1, доступна с минимальной конфигурации Стандарт) и касательным жесткостям (инженерная нелинейность 2, доступна при наличии конфигурации ПРО и др. системе Монтаж), в том числе с учетом поэтапности возведения и нагружения;
- расчет узловых спектров ответа после расчета по акселерограммам;
- проверка несущей способности системы на локальное удаление отдельных элементов конструкции (расчет на препятствие прогрессирующему (лавинообразному) обрушению);
- определение параметров трещин в железобетонных сечениях на основе деформационной модели (по результатам физнелинейного расчета);

Заместитель генерального  
директора ООО ЦСПС

Эксперт



Д.Ю.Бубнов

Т.Н.Бубнова

- определение ординат линий и поверхностей влияния перемещений и усилий в мостовых сооружениях от подвижной нагрузки;
- определение расчетных сочетаний нагрузок и усилий;
- определение сил воздействия одного фрагмента схемы на другой, либо на узлы со связями;
- вычисление главных и эквивалентных напряжений по различным теориям прочности;
- вычисление жесткостных характеристик сплошных и тонкостенных сечений;
- определение положения центра тяжести и центра жесткости этажей;
- унификация элементов конструкции по расчетным сочетаниям усилий;
- подбор, проверка и оптимизация сечений железобетонных элементов и расчет на продавливание железобетонных плит (перекрытий и фундаментов);
- подбор, проверка и оптимизация сечений стальных конструкций;
- подбор и проверка тонкостенных сечений;
- подбор, проверка и оптимизация сечений железобетонных элементов;
- подбор, проверка и оптимизация сечений стальных конструкций;
- подбор, проверка и оптимизация узлов стальных конструкций;
- проверка сечений сталежелезобетонных элементов;
- проверка сечений каменных и армокаменных простенков (в том числе с учетом усиления штукатурными, железобетонными и стальными обоями);
- документирование результатов расчета;
- выдача рабочих чертежей.

7. Соответствует требованиям пунктов нормативных документов по состоянию на 24 июня 2019 г.

ГОСТ Р ИСО 9127-94 "Документация пользователя и информация на упаковке потребительских программных пакетов":

- раздел 6. Справочная документация (ОБ). Подраздел 6.1. Обозначение пакета (ОБ), пп.6.1.1. Подраздел 6.3. Функциональное описание программного средства (ОБ), пп.6.3.1, 6.3.3. Подраздел 6.5. Использование программного средства (ОБ), пп.6.5.1 – 6.5.3, 6.5.5.

ГОСТ Р ИСО/МЭК 12119-2000 "Информационная технология. Пакеты программ. Требования к качеству и тестирование":

- раздел 3. Требования к качеству. Подраздел 3.1. Описание продукта, пп.3.1.1, 3.1.3. Подраздел 3.2. Документация пользователя, пп.3.2.1 – 3.2.5.

ГОСТ Р ИСО/МЭК 9126-93 "Информационная технология. Оценка программной продукции. Характеристики качества и руководства по их применению":

- раздел 4 Характеристики качества программного обеспечения, пп.4.1 – 4.4.

ГОСТ 28195-89 "Оценка качества программных средств. Общие положения"

- раздел 2 Номенклатура показателей качества программных средств, п.2.1 (пп.1.1, 1.2, 2.1 - 2.3, 3.1 - 3.3, 6.1, 6.2).

ГОСТ 28806-90 "Качество программных средств. Термины и определения":

- раздел 2 Общие характеристики качества программного средства, пп.13 – 16.

8. Адекватность и эффективность в части прикладных характеристик ПК ЛИРА-САПР (конфигурации "Full", "Стандарт", "Стандарт плюс", "PRO") подтверждена соответствием требованиям пунктов нормативных документов по состоянию на 24 июня 2019 г.

СП 14.13330.2014 - Актуализированная редакция СНиП II-7-81\* "Строительство в сейсмических районах":

Заместитель генерального  
директора ООО ЦСПС

Эксперт



Д.Ю.Бубнов

Т.Н.Бубнова

- раздел 5. Расчетные нагрузки, пп.5.1, 5.2, 5.2.1, 5.2.2, 5.3 - 5.12, 5.15;
- раздел 7. Транспортные сооружения. Подраздел 7.4. Мосты, пп.7.4.18, 7.4.19;
- раздел 8. Гидротехнические сооружения. Подраздел 8.2. Расчетные сейсмические воздействия, пп.8.2.2, 8.2.3.

**СП 14.13330.2018 - Актуализированная редакция СНиП И-7-81\* "Строительство в сейсмических районах":**

- раздел 5. Расчетные сейсмические нагрузки, пп.5.1, 5.2, 5.2.1, 5.2.2, 5.3 - 5.12, 5.15;
- раздел 7. Транспортные сооружения, пп.7.5 (ссылка на СП 268.1325800.2016);
- раздел 8. Гидротехнические сооружения. Подраздел 8.4. Расчетные сейсмические воздействия. Условия расчетов гидротехнических сооружений на сейсмические воздействия, пп.8.4.9 – 8.4.12.

**СП 16.13330.2011 - Актуализированная редакция СНиП II-23-81\* "Стальные конструкции":**

- раздел 4. Общие положения. Подраздел 4.2. Основные расчетные требования, п.4.2.7 (классификация напряженно-деформированного состояния сечения). Подраздел 4.3. Учет назначения и условий работы конструкций, пп.4.3.2 (абзац 2), 4.3.4 (учет коэффициента условий работы конструкций  $\gamma_c$ );
- раздел 5. Материалы для конструкций и соединений, пп.5.2, 5.12 (выбор стали для конструкций выполняет пользователь);
- раздел 6. Расчетные характеристики материалов и соединений, п.6.1 (расчетные характеристики стали определяет пользователь);
- раздел 7. Расчет элементов конструкций при центральном растяжении и сжатии. Подраздел 7.1. Расчет элементов сплошного сечения, пп.7.1.1, 7.1.3. Подраздел 7.3. Проверка устойчивости стенок поясных листов центрально-сжатых элементов сплошного сечения, пп.7.3.1 - 7.3.3, 7.3.5 - 7.3.9, 7.3.11;
- раздел 8. Расчет элементов стальных конструкций при изгибе. Подраздел 8.2. Расчет на прочность изгибаемых элементов сплошного сечения, пп.8.2.1, 8.2.3, 8.2.8. Подраздел 8.4. Расчет на общую устойчивость изгибаемых элементов сплошного сечения, пп.8.4.1, 8.4.4, 8.4.6. Подраздел 8.5. Проверка устойчивости стенок поясных листов изгибаемых элементов сплошного сечения, пп.8.5.1, 8.5.2, 8.5.4, 8.5.6 - 8.5.8, 8.5.9 (условия расстановки ребер), 8.5.18 - 8.5.20;
- раздел 9. Расчет элементов стальных конструкций при действии продольной силы с изгибом. Подраздел 9.1. Расчет на прочность элементов сплошного сечения, пп.9.1.1, 9.1.3. Подраздел 9.2. Расчет на устойчивость элементов сплошного сечения, пп.9.2.1, 9.2.2, 9.2.4, 9.2.5, 9.2.8 - 9.2.10. Подраздел 9.4. Проверка устойчивости стенок и поясов, пп.9.4.1 - 9.4.4, 9.4.6 - 9.4.9;
- раздел 10. Расчетные длины и предельные гибкости элементов стальных конструкций (расчетные длины определяются пользователем). Подраздел 10.4. Предельные гибкости элементов, п.10.4.1 (предельные гибкости задаются пользователем);
- раздел 11. Расчет листовых конструкций. Подраздел 11.2. Расчет на устойчивость, пп.11.2.1, 11.2.2;
- раздел 15. Дополнительные требования по проектированию некоторых видов зданий, сооружений и конструкций. Подраздел 15.2. Фермы и структурные плиты перекрытий, п.15.2.5;
- раздел 16. Дополнительные требования по проектированию опор воздушных линий электропередачи, открытых распределительных устройств и контактных сетей транспорта, п.16.15 (относительные прогибы балки);
- приложение Л. Узлы ферм с непосредственными креплениями элементов решетки к поясам, пп.Л.1.1 - Л.1.2, Л.2.1 - Л.2.6, Л.3.1 - Л.3.5.

**Заместитель генерального  
директора ООО ЦСПС**

**Эксперт**



**Д.Ю.Бубнов**

**Т.Н.Бубнова**



**СП 16.13330.2017 - Актуализированная редакция СНиП II-23-81\* "Стальные конструкции":**

- раздел 4. Общие положения. Подраздел 4.2. Основные расчетные требования, п.4.2.7 (классификация напряженно-деформированного состояния сечения). Подраздел 4.3. Учет назначения и условий работы конструкций, пп.4.3.2 (абзац 2), 4.3.4 (учет коэффициента условий работы конструкций  $\gamma_c$ );
- раздел 5. Материалы для конструкций и соединений, пп.5.2, 5.12 (выбор стали для конструкций выполняет пользователь);
- раздел 6. Расчетные характеристики материалов и соединений, п.6.1 (расчетные характеристики стали определяет пользователь);
- раздел 7. Расчет элементов конструкций при центральном растяжении и сжатии. Подраздел 7.1. Расчет элементов сплошного сечения, пп.7.1.1, 7.1.3. Подраздел 7.3. Проверка устойчивости стенок поясных листов центрально-сжатых элементов сплошного сечения, пп.7.3.1 - 7.3.3, 7.3.5 - 7.3.9, 7.3.11;
- раздел 8. Расчет элементов стальных конструкций при изгибе. Подраздел 8.2. Расчет на прочность изгибаемых элементов сплошного сечения, пп.8.2.1, 8.2.3, 8.2.8 (учет бимомента согласно пунктам 8.2.1 и 8.2.3). Подраздел 8.4. Расчет на общую устойчивость изгибаемых элементов сплошного сечения, пп.8.4.1, 8.4.4, 8.4.6 (учет бимомента согласно п.8.4.1). Подраздел 8.5. Проверка устойчивости стенок поясных листов изгибаемых элементов сплошного сечения, пп.8.5.1, 8.5.2, 8.5.4, 8.5.6 - 8.5.8, 8.5.9 (условия расстановки ребер), 8.5.18 - 8.5.20. Подраздел 8.6. Расчет опорных плит, пп.8.6.1, 8.6.2;
- раздел 9. Расчет элементов стальных конструкций при действии продольной силы с изгибом. Подраздел 9.1. Расчет на прочность элементов сплошного сечения, пп.9.1.1, 9.1.3 (учет бимомента согласно п.9.1.1). Подраздел 9.2. Расчет на устойчивость элементов сплошного сечения, пп.9.2.1, 9.2.2, 9.2.4, 9.2.5, 9.2.8 - 9.2.10. Подраздел 9.4. Проверка устойчивости стенок и поясов, пп.9.4.1 - 9.4.4, 9.4.6 - 9.4.9;
- раздел 10. Расчетные длины и предельные гибкости элементов стальных конструкций (расчетные длины определяются пользователем). Подраздел 10.4. Предельные гибкости элементов, п.10.4.1 (предельные гибкости задаются пользователем);
- раздел 11. Расчет листовых конструкций. Подраздел 11.2. Расчет на устойчивость, пп.11.2.1, 11.2.2;
- раздел 14. Проектирование соединений стальных конструкций. Подраздел 14.1. Сварные соединения, пп.14.1.7, 14.1.8, 14.1.14 - 14.1.19. Подраздел 14.2. Болтовые соединения, пп.14.2.2, 14.2.8 - 14.2.15. Подраздел 14.3. Фрикционные соединения (на болтах с контролируемым натяжением), пп.14.3.3 - 14.3.6, 14.3.11;
- раздел 15. Дополнительные требования по проектированию некоторых видов зданий, сооружений и конструкций. Подраздел 15.2. Фермы и структурные плиты перекрытий, п.15.2.5;
- раздел 16. Дополнительные требования по проектированию опор воздушных линий электропередачи, открытых распределительных устройств и контактных сетей транспорта, п.16.15 (относительные прогибы балки);
- приложение Л. Узлы ферм с непосредственными креплениями элементов решетки к поясам, пп.Л.1.1 - Л. 1.2, Л.2.1 - Л.2.6, Л.3.1 - Л.3.5.

**СП 20.13330.2011 - Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85\* "Нагрузки и воздействия":**

- раздел 4. Общие требования, пп.4.1 - 4.3;

Заместитель генерального  
директора ООО ЦСПС

Эксперт



Д.Ю.Бубнов

Т.Н.Бубнова

- раздел 5. Классификация нагрузок, пп.5.1 – 5.6;
- раздел 6. Сочетания нагрузок, пп.6.2 – 6.5;
- раздел 7. Вес конструкций и грунтов, пп.7.2 – 7.4;
- раздел 8. Нагрузки от оборудования, людей, животных, складированных материалов и изделий.

Подраздел 8.1. Определение нагрузок от оборудования, складированных материалов и изделий, п.8.1.4.

Подраздел 8.2. Равномерно распределенные нагрузки, п.8.2.2. Подраздел 8.3. Сосредоточенные нагрузки и нагрузки на перила, п.8.3.4. Подраздел 8.4. Нагрузки от транспортных средств, пп.8.4.4, 8.4.5;

- раздел 9. Нагрузки от мостовых и подвесных кранов, п.9.8;
- раздел 10. Снеговые нагрузки, п.10.12;
- раздел 11. Воздействие ветра, пп.11.1.2 (пульсационная составляющая), 11.1.5, 11.1.6, 11.1.8 – 11.1.12;
- раздел 12. Гололедные нагрузки, п.12.5;
- раздел 13. Температурные и климатические воздействия, пп.13.1, 13.8.

**СП 20.13330.2016 - Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85\* "Нагрузки и воздействия":**

- раздел 4. Общие требования, пп.4.1 – 4.3;
- раздел 5. Классификация нагрузок, пп.5.1 – 5.6;
- раздел 6. Сочетания нагрузок, пп.6.2 – 6.5;
- раздел 7. Вес конструкций и грунтов, пп.7.2 – 7.3;
- раздел 8. Нагрузки от оборудования, людей, животных, складированных материалов и изделий.

Подраздел 8.1. Определение нагрузок от оборудования, складированных материалов и изделий, п.8.1.4.

Подраздел 8.2. Равномерно распределенные нагрузки, п.8.2.2. Подраздел 8.3. Сосредоточенные нагрузки и нагрузки на перила, п.8.3.4. Подраздел 8.4. Нагрузки от транспортных средств, пп.8.4.4, 8.4.5;

- раздел 9. Нагрузки от мостовых и подвесных кранов, п.9.8;
- раздел 10. Снеговые нагрузки, п.10.12;
- раздел 11. Воздействие ветра, пп.11.1.2 (пульсационная составляющая), 11.1.5, 11.1.6, 11.1.8 – 11.1.11;
- раздел 12. Гололедные нагрузки, п.12.5;
- раздел 13. Температурные и климатические воздействия, пп.13.1, 13.8.

**СП 35.13330.2011 - Актуализированная редакция СНиП 2.05.03-84\* "Мосты и трубы":**

- раздел 4. Стальные конструкции. Расчетные характеристики материалов и соединений, пп.8.8, 8.9, 8.16 - 8.18.

**СП 63.13330.2012 - Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003 "Бетонные и железобетонные конструкции":**

- раздел 5. Требования к бетону и арматуре. Подраздел 5.1. Общие положения, пп.5.1.1, 5.1.2, 5.1.4, 5.1.5, 5.1.7, 5.1.11 - 5.1.13. Подраздел 5.2. Требования к расчету бетонных и железобетонных элементов по прочности, пп.5.2.1, 5.2.2, 5.2.7 - 5.2.11, 5.2.13 - 5.1.16. Подраздел 5.3. Требования к расчету железобетонных элементов по образованию трещин, пп.5.3.2 - 5.3.5. Подраздел 5.4. Требования к расчету железобетонных элементов по раскрытию трещин, пп.5.4.2, 5.4.3;

- раздел 6. Материалы для бетонных и железобетонных конструкций. Подраздел 6.1. Бетон, пп.6.1.4, 6.1.10 - 6.1.14, 6.1.19 - 6.1.26. Подраздел 6.2. Арматура, пп.6.2.2, 6.2.7 - 6.2.10, 6.2.12 - 6.2.14;

**Заместитель генерального  
директора ООО ЦСПС**

**Эксперт**



**Д.Ю.Бубнов**

**Т.Н.Бубнова**

- раздел 8. Железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры. Подраздел 8.1. Расчет элементов железобетонных конструкций по предельным состояниям первой группы. Расчет по прочности железобетонных элементов на действие изгибающих моментов и продольных сил, пп.8.1.1, 8.1.2, 8.1.15, 8.1.20 - 8.1.34. Расчет по прочности железобетонных элементов при действии крутящих моментов, пп.8.1.36 - 8.1.42. Расчет железобетонных элементов на продавливание, пп.8.1.46 - 8.1.52. Подраздел 8.2. Расчет элементов железобетонных конструкций по предельным состояниям второй группы. Общие положения, пп.8.2.2, 8.2.3. Расчет железобетонных элементов по образованию и раскрытию трещин, пп.8.2.4 - 8.2.17. Определение кривизны железобетонных элементов. Жесткость железобетонного элемента на участке без трещин в растянутой зоне, пп.8.2.29, 8.2.30,

- раздел 10. Конструктивные требования. Подраздел 10.3 Требования к армированию. Минимальные расстояния между стержнями арматуры, п.10.3.5. Продольное армирование, пп.10.3.6, 10.3.8 - 10.3.10. Поперечное армирование, пп.10.3.11 - 10.3.16. Анкеровка арматуры, пп.10.3.21 - 10.3.28. Гнутые стержни, п.10.3.33.

**СП 63.13330.2018 - Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003 "Бетонные и железобетонные конструкции":**

- раздел 5. Требования к бетону и арматуре. Подраздел 5.1. Общие положения, пп.5.1.1, 5.1.2, 5.1.4, 5.1.5, 5.1.7, 5.1.11 - 5.1.13. Подраздел 5.2. Требования к расчету бетонных и железобетонных элементов по прочности, пп.5.2.1, 5.2.2, 5.2.7 - 5.2.11, 5.2.13 - 5.1.16. Подраздел 5.3. Требования к расчету железобетонных элементов по образованию трещин, пп.5.3.2 - 5.3.5. Подраздел 5.4. Требования к расчету железобетонных элементов по раскрытию трещин, пп.5.4.2, 5.4.3;

- раздел 6. Материалы для бетонных и железобетонных конструкций. Подраздел 6.1. Бетон, пп.6.1.4, 6.1.10 - 6.1.14, 6.1.19 - 6.1.26. Подраздел 6.2. Арматура, пп.6.2.2, 6.2.7 - 6.2.10, 6.2.12 - 6.2.14;

- раздел 8. Железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры. Подраздел 8.1. Расчет элементов железобетонных конструкций по предельным состояниям первой группы. Расчет по прочности железобетонных элементов на действие изгибающих моментов и продольных сил, пп.8.1.1, 8.1.2, 8.1.15, 8.1.20 - 8.1.34. Расчет по прочности железобетонных элементов при действии крутящих моментов, пп.8.1.36 - 8.1.42. Расчет железобетонных элементов на продавливание, пп.8.1.46 - 8.1.52. Подраздел 8.2. Расчет элементов железобетонных конструкций по предельным состояниям второй группы. Общие положения, пп.8.2.2, 8.2.3. Расчет железобетонных элементов по образованию и раскрытию трещин, пп.8.2.4 - 8.2.17. Определение кривизны железобетонных элементов. Жесткость железобетонного элемента на участке без трещин в растянутой зоне, пп.8.2.29, 8.2.30,

- раздел 10. Конструктивные требования. Подраздел 10.3 Требования к армированию. Минимальные расстояния между стержнями арматуры, п.10.3.5. Продольное армирование, пп.10.3.6, 10.3.8 - 10.3.10. Поперечное армирование, пп.10.3.11 - 10.3.16. Анкеровка арматуры, пп.10.3.21 - 10.3.28. Гнутые стержни, п.10.3.33.

**СП 260.1325800.2016 "Конструкции стальные тонкостенные из холодногнутого оцинкованных профилей и гофрированных листов. Правила проектирования":**

- раздел 5. Общие положения. Подраздел 5.2. Основные расчетные требования, п.5.2.1 (соблюдение требований СП 16.13330.2017 раздела 4.2, пп.4.2.1 - 4.2.6), п.5.2.3, предписывающий рассчитывать тонкостенное сечение как 4-класс (потеря устойчивости наступает до достижения предела текучести). Подраздел 5.3. Учет коэффициентов надежности по нагрузкам и сопротивлению

**Заместитель генерального  
директора ООО ЦСПС**

**Эксперт**



**Д.Ю.Бубнов**

**Т.Н.Бубнова**

материалов, п.5.3.1 (учет коэффициентов, задаются пользователем). Подраздел 5.4. Учет назначения и условий работы конструкции, пп.5.4.1 - 5.4.5 (учитывает коэффициент условий работы и надежности, задаются пользователем);

- раздел 6. Материалы для конструкций и соединений, пп.6.1, 6.3 (выбор стали для конструкций выполняет пользователь из базы сортаментов);

- раздел 7. Расчет конструктивных систем зданий и сооружений на прочность и устойчивость. Подраздел 7.1. Общие положения, пп.7.1.1 - 7.1.5 (общие размеры и их ограничения учитываются при заполнении сортаментной базы). Подраздел 7.2. Расчет конструкций из тонкостенных профилей, пп.7.2.1 - 7.2.7 (регламентируют выбор и учет в расчете редуцированных геометрических характеристик). Подраздел 7.3. Расчет тонкостенных профилей с учетом закритической работы сжатых профилей, п.7.3.1 (описывает Метод определения редуцированных геометрических характеристик поперечных сечений элементов), п.7.3.2, учитывающий ужесточение пластин, усиленных продольными элементами жесткости. Подраздел 7.7. Предельные состояния первой группы. Подраздел 7.7.2. Элементы центрально растянутые и сжатые, пп.7.7.2.1 - 7.7.2.4). Подраздел 7.7.3. Расчет элементов при изгибе, п.7.7.3.1. Подраздел 7.7.4. Совместное действие изгиба и продольной силы. Подраздел 7.7.5. Совместное действие продольной, поперечной силы и изгибающих моментов. Подраздел 7.7.6. Расчет на поперечную силу. Подраздел 7.7.7. Учет депланации. Подраздел 7.7.8. Расчет на устойчивость центрально сжатых стержней, пп.7.7.8.1, 7.7.8.3 - 7.7.8.6. Подраздел 7.7.9. Общая устойчивость изгибаемых балок, пп.7.7.9.1 - 7.7.9.3. Подраздел 7.7.10. Устойчивость при внецентренном сжатии элементов сплошного сечения, пп.7.7.10.3 - 7.7.10.5;

- приложение В. Коэффициенты взаимодействия  $k_{ij}$  в формулах взаимодействия для сечений, подверженных деформациям кручения и сечений не чувствительных к деформациям кручения (депланации);

- приложение Г. Определение критического момента потери устойчивости плоской формы изгиба в упругой стадии.

**СП 268.1325800.2016 "Транспортные сооружения в сейсмических районах. Правила проектирования":**

- раздел 8. Мосты. Подраздел 8.3. Нагрузки и воздействия, пп.8.3.30 – 8.3.37. Подраздел 8.4. Расчеты на сейсмостойкость, пп.8.4.3, 8.4.4;

- приложение В (справочное). Определение сейсмической нагрузки от масс сооружения в случае неравномерного распределения переносных ускорений (в части формул В.38 и В.39).

**СП 294.1325800.2017 "Конструкции стальные. Правила проектирования":**

- раздел 4. Общие положения. Подраздел 4.1. Общие положения пп.4.1.1, 4.1.3 (группирование результатов расчета для табл. результатов по предельным состояниям), 4.1.6 (процент использования как отношение рассчитываемого напряжения с предельным напряжением). Подраздел 4.2. Основные расчетные требования, пп.4.2.7 (классификация напряженно-деформированного состояния сечения), 4.2.8 (пред. значения прогибов назначаются пользователем). Подраздел 4.3. Учет назначения и условий работы конструкций, п.4.3.1 (реализован как указание расчетных сопротивлений в сортаменте);

- раздел 5. Материалы для конструкций и соединений, пп.5.2.1, 5.2.2 (выбор стали согласно степени ответственности конструкций и физико-механических характеристик выполняет пользователь из сортаментной базы);

- раздел 6. Расчетные характеристики материалов и соединений, пп.6.1.2, 6.1.3 (расчетные характеристики стали определяет пользователь, вводя их в базу сортамента, или используя поставленные);

**Заместитель генерального  
директора ООО ЦСПС**

**Эксперт**



**Д.Ю.Бубнов**

**Т.Н.Бубнова**

- раздел 7. Расчет элементов конструкций при центральном растяжении и сжатии. Подраздел 7.1. Расчет элементов сплошного сечения, пп.7.1.7, 7.1.8, 7.1.9 (реализованы в соответствии с СП 16.13330.2017 и его приложениями). Подраздел 7.2. Проверка изгибаемых элементов, пп.7.2.1, 7.2.2 (реализованы в соответствии с СП 16.13330.2017 и его приложениями). Подраздел 7.3. Проверка элементов, подверженных действию осевой силы с изгибом (реализован в соответствии с СП 16.13330.2017 и его приложениями). Подраздел 7.4. Подбор сечений центрально сжатых, сжато-изгибаемых и изгибаемых элементов (реализован путем перебора профилей сортаментной базы, для каждого из которого выполняется поверочный расчет в соответствии с требованиями нормативных документов и ограничениями расчета);

- раздел 8. Расчетные длины и предельные гибкости. Подраздел 8.1. Общие положения (применяются коэффициенты свободной длины к геометрической длине стержня взятой с расчетной схемы или заданного при создании новой задачи расчета стержня). Подраздел 8.2. Определение расчетных длин элементов (задаются пользователями как в плоскости, так и из плоскости (согласно локальной системе координат).

**СП 295.1325800.2017 "Конструкции бетонные, армированные полимерной композитной арматурой. Правила проектирования":**

- раздел 5. Материалы. Подраздел 5.1. Нормативные и расчетные характеристики бетона и стальной арматуры. Подраздел 5.2. Нормативные и расчетные характеристики композитной полимерной арматуры, пп.5.2.1 – 5.2.11;

- раздел 6. Конструкции без предварительного напряжения композитной полимерной арматуры. Подраздел 6.1. Расчет по прочности конструкций на действие изгибающих моментов и продольных сил, пп.6.1.1 – 6.1.26. Подраздел 6.2 Расчет конструкций по предельным состояниям второй группы, пп.6.2.1 – 6.2.31;

- раздел 8. Конструктивные требования. Подраздел 8.1. Требования к геометрическим размерам, п.8.1.1. Подраздел 8.2. Требования к армированию, пп.8.2.1 – 8.2.21. Подраздел 8.3. Конструирование несущих конструкций, п.8.3.1.

**СП 335.1325800.2017 "Крупнопанельные конструктивные системы. Правила проектирования":**

- раздел 5. Основные принципы расчета конструктивных систем, пп.5.1.1 – 5.1.3. Требования к расчету конструктивных систем, пп.5.2.1 – 5.2.10. Расчетные модели, пп.5.3.1, 5.3.2;

- приложение А. Учет податливостей соединений элементов несущих конструкций А.1-А.5 (задаются пользователем или приходят из системы "Панельные здания"), А.6 (учет изменения податливости (жесткости) нормальных сечений перемычек на основе нелинейной деформационной модели автоматизирован в «Инженерной нелинейности»);

- приложение Б. Проверка прочности горизонтальных стыков Б.1-Б.2 (только подготовка к расчету в Excel – сведение параметров простенков и нагрузок в единую таблицу), Б.3;

- приложение Д. Расчет нерегулярных по высоте конструкций в пространственной постановке с учетом заданной диаграммы работы материала горизонтальных стыков (диаграммы задаются пользователем или приходят из системы "Панельные здания");

- приложение Е. Учет частичного защемления опорных участков плит перекрытий (опорные моменты могут быть заданы пользователем, вычисление не автоматизировано);

- приложение И. Общие указания к расчетным моделям крупнопанельных зданий И.1 - И.10.

**ГОСТ 27751-2014 "Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения":**

- раздел 10. Учет ответственности сооружений, п.10.1.

**Заместитель генерального  
директора ООО ЦСПС**

**Эксперт**



**Д.Ю.Бубнов**

**Т.Н.Бубнова**

**СП 52-101-2003 "Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры":**

- раздел 4. Общие указания. Подраздел 4.2. Основные расчетные требования, пп.4.2.1, 4.2.5, 4.2.6;

- раздел 5. Материалы для бетонных и железобетонных конструкций. Подраздел 5.1. Бетон. Показатели качества бетона и их применение при проектировании, пп.5.1.1, 5.1.2 - 5.1.3 (классы по прочности на сжатие). Нормативные и расчетные значения характеристик бетона. Расчетные значения прочностных характеристик бетона, пп.5.1.9 (определение расчетных значений по таблицам 5.1 и 5.2), 5.1.10 (коэффициент  $\gamma_{w1}$ ). Деформационные характеристики бетона, пп.5.1.12 - 5.1.19, 5.1.20. Подраздел 5.2. Арматура. Показатели качества арматуры, пп.5.2.1, 5.2.3. Нормативные и расчетные значения характеристик арматуры. Расчетные значения прочностных характеристик арматуры, пп.5.2.6 (по таблицам 5.7 и 5.8), 5.2.7. Деформационные характеристики арматуры, пп.5.2.9 - 5.2.10. Диаграммы состояния арматуры, пп.5.2.11, 5.2.12;

- раздел 6. Расчет элементов бетонных и железобетонных конструкций по предельным состояниям первой группы. Подраздел 6.2. Расчет железобетонных элементов по прочности. Общие положения, п.6.2.1. Расчет по прочности железобетонных элементов на действие изгибающих моментов и продольных сил. Общие положения, пп.6.2.2 - 6.2.4. Расчет по прочности нормальных сечений по предельным усилиям, пп.6.2.5 - 6.2.8. Расчет изгибаемых элементов, пп.6.2.9 - 6.2.14. Расчет внецентренно сжатых элементов, пп.6.2.15 - 6.2.17. Расчет центрально-растянутых элементов, п.6.2.19. Расчет внецентренно растянутых элементов, п.6.2.20. Расчет по прочности сечений на основе нелинейной деформационной модели, пп.6.2.21 - 6.2.28, 6.2.29 (в соответствии с заданным видом напряженного состояния); 6.2.30, 6.2.31. Расчет по прочности элементов при действии поперечных сил. Общие положения, п.6.2.32 (расчет на действие поперечных сил по наклонной полосе и наклонному сечению). Расчет железобетонных элементов по полосе между наклонными сечениями, п.6.2.33 (без выдачи сравнительных результатов расчета). Расчет железобетонных элементов по наклонным сечениям на действие поперечных сил, п.6.2.34 (условие расчета, определение значений поперечных сил, определение наиболее опасного значения проекции наклонного сечения, условия учета поперечной арматуры, условия расчета при отсутствии поперечной арматуры). Расчет по прочности железобетонных элементов при действии крутящих моментов. Общие положения, п.6.2.36. Расчет на действие крутящего момента, пп.6.2.37 (без выдачи сравнительных результатов расчета), 6.2.38 (расчет по условию (6.76), расположение расчетных сечений). Расчет на совместное действие крутящего и изгибающего моментов, пп.6.2.39, 6.2.40 (условие расчета, определение моментов по пп.6.2.38 и 6.2.10). Расчет на совместное действие крутящего момента и поперечной силы, пп.6.2.41, 6.2.42 (условие расчета, месторасположение сечения, определение моментов и поперечных сил по пп.6.2.38 и 6.2.34). Расчет железобетонных элементов на продавливание, пп.6.2.46 - 6.2.52;

- раздел 7. Расчет элементов железобетонных конструкций по предельным состояниям второй группы. Подраздел 7.1. Общие положения, п.7.1.3. Подраздел 7.2. Расчет железобетонных элементов по раскрытию трещин, пп.7.2.1 (без выдачи результатов расчета), 7.2.2, 7.2.3 (условие расчета), 7.2.4 (определение значений момента на основе нелинейной деформационной модели). Определение момента образования трещин, нормальных к продольной оси элемента, пп.7.2.5 (определение момента образования трещин на основе нелинейной деформационной модели), 7.2.6 - 7.2.8, 7.2.9 (определение момента сопротивления с учетом арматуры), 7.2.10, 7.2.11 (по пп.5.1.18, 5.1.19, 6.2.21 - 6.2.31). Расчет ширины раскрытия трещин, нормальных к продольной оси элемента, пп.7.2.12, 7.2.13 (определение напряжений по формулам (7.14), (7.19) и (7.18)), 7.2.14, 7.2.15 (по формуле (7.22)). Подраздел 7.3. Расчет элементов железобетонных конструкций по деформациям. Определение кривизны

Заместитель генерального  
директора ООО ЦСПС

Эксперт



Д.Ю.Бубнов

Т.Н.Бубнова

железобетонных элементов. Жесткость железобетонного элемента на участках без трещин в растянутой зоне, пп.7.3.11, 7.3.12, 7.3.14;

- раздел 8. Конструктивные требования. Подраздел 8.3. Армирование. Защитный слой бетона, п.8.3.2 (в режиме подбора арматуры). Минимальные расстояния между стержнями арматуры, п.8.3.3 (для арматурных стержней в режиме подбора арматуры). Продольное армирование, пп.8.3.4 (для изгибаемых, внецентренно растянутых и сжатых элементов с арматурой, расположенной у граней сечения в режиме подбора арматуры), 8.3.6, 8.3.7 (в режиме подбора арматуры). Поперечное армирование, пп.8.3.11 (условие установки арматуры), 8.3.14.

**СП 53–102–2004 "Общие правила проектирования стальных конструкций":**

- раздел 5. Общие положения. Подраздел 5.3. Учет назначения и условий работы конструкций, п.5.3.1;

- раздел 6. Материалы для конструкций и соединений (задаются пользователем), пп.6.1, 6.2, 6.4, 6.5, 6.8 - 6.11;

- раздел 7. Расчетные характеристики материалов и соединений, пп.7.1, 7.4 - 7.9;

- раздел 8. Расчет элементов стальных конструкций при центральном растяжении и сжатии.

Подраздел 8.1. Расчет элементов сплошного сечения, пп.8.1.1 (с нормативным сопротивлением стали до 440 Н/мм<sup>2</sup>). Подраздел 8.2. Расчет элементов сквозного сечения, пп.8.2.7, 8.2.8. Подраздел 8.3. Проверка устойчивости стенок и поясных листов центрально-сжатых элементов сплошного сечения, пп.8.3.1 - 8.3.3, 8.3.6 - 8.3.8, 8.3.10;

- раздел 9. Расчет элементов стальных конструкций при изгибе. Подраздел 9.2. Расчет на прочность изгибаемых элементов сплошного сечения, пп.9.2.1, 9.2.2, 9.2.3 (при  $\beta=1$ ). Подраздел 9.4. Расчет на устойчивость изгибаемых элементов сплошного сечения, пп.9.4.1 (при изгибе в одной плоскости), 9.4.2, 9.4.4 (расчетная длина задается пользователем), Подраздел 9.5. Проверка устойчивости стенок и поясных листов изгибаемых элементов сплошного сечения, пп.9.5.1 - 9.5.7, 9.5.8 (а), 9.5.9 (задается пользователем). Подраздел 9.6. Расчет опорных плит, пп.9.6.1, 9.6.2;

- раздел 10. Расчет элементов стальных конструкций при действии продольной силы с изгибом. Подраздел 10.1. Расчет на прочность элементов сплошного сечения, п.10.1.1. Подраздел 10.2. Расчет на устойчивость элементов сплошного сечения, пп.10.2.1, 10.2.2, 10.2.4, 10.2.5 (при  $\nu=1$ ), 10.2.8, 10.2.9 (расчет при  $\psi=1$ ). Подраздел 10.3. Расчет на устойчивость элементов сквозного сечения, пп.10.3.1, 10.3.2, 10.3.7;

- раздел 11. Расчетные длины и предельные гибкости элементов стальных конструкций. Подраздел 11.1. Расчетные длины элементов плоских ферм, связей и структурных конструкций: пп.11.1.1 - 11.1.5. Подраздел 11.2. Расчетные длины элементов пространственных решетчатых конструкций, пп.11.2.1 - 11.2.3. Подраздел 11.3. Расчетные длины колонн (стоек), пп.11.3.1 - 11.3.11 (значения расчетных длин задаются пользователем). Подраздел 11.4. Предельные гибкости элементов, п.11.4.1 (значения предельных гибкостей задаются пользователем);

- раздел 12. Расчет листовых конструкций. Подраздел 12.1. Расчет на прочность, п.12.1.1 (реализован в программе ЛИТЕРА). Подраздел 12.2. Расчет на устойчивость, пп.12.2.1, 12.2.2;

- раздел 15. Проектирование соединений стальных конструкций. Подраздел 15.1. Сварные соединения, пп.15.1.2, 15.1.3 (назначаются пользователем), 15.1.7 (а,б,в,г), 15.1.8 (задается пользователем), 15.1.14, 15.1.16 - 15.1.19. Подраздел 15.2. Болтовые соединения, пп.15.2.1, 15.2.3 (задается пользователем), 15.2.9, 15.2.10 (без увеличения N), 15.2.11, 15.2.12, 15.2.14.

**СП 31-114-2004 "Правила проектирования жилых и общественных зданий для строительства в сейсмических районах":**

**Заместитель генерального  
директора ООО ЦСПС**

**Эксперт**



**Д.Ю.Бубнов**

**Т.Н.Бубнова**

- раздел 6. Расчет на сейсмические воздействия. Подраздел 6.2. Методы расчетов на сейсмические воздействия, пп.6.2.1, 6.2.3, 6.2.4. Подраздел 6.3. Расчет элементов конструкции, пп.6.3.2 - 6.3.4;

- приложение Б. Определение параметров сейсмического воздействия, пп.Б.1 – Б.4.

**СП 52-103-2007 "Железобетонные монолитные конструкции зданий":**

- раздел 6. Расчет несущих конструктивных элементов. Подраздел 6.1. Расчетная схема, пп.6.1.1 - 6.1.6. Подраздел 6.2. Требования к расчету, пп.6.2.1 - 6.2.11. Подраздел 6.3. Методы расчета, пп.6.3.1 - 6.3.6.

**ТСН 102-00\* "Железобетонные конструкции с арматурой классов А500С и А400С":**

- раздел 2. Общие требования к железобетонным конструкциям с арматурой классов А500С и А400С, пп.2.9 – 2.11;

- раздел 3. Материалы для железобетонных конструкций с арматурой классов А500С и А400С. Подраздел 3.1. Бетон, пп.3.1.1 - 3.1.5. Подраздел 3.2. Арматура классов А500С и А400С, пп.3.2.3 - 3.2.10;

- раздел 4. Расчет железобетонных конструкций с арматурой классов А500С и А400С. Подраздел 4.1. Общие положения, пп.4.1.2 - 4.1.4, 4.1.6. Подраздел 4.2. Расчет по прочности сечений, нормальных к продольной оси элемента, пп.4.2.1 - 4.2.7. Подраздел 4.3. Расчет по прочности сечений, наклонных к продольной оси элемента, пп.4.3.1, 4.3.2. Подраздел 4.4. Расчет по прочности пространственных сечений (элементов, работающих на кручение с изгибом), п.4.4.1. Подраздел 4.9. Расчет железобетонных элементов по образованию трещин, нормальных к продольной оси элемента, п.4.9.1. Подраздел 4.11. Расчет железобетонных элементов по раскрытию трещин, нормальных к продольной оси элемента, пп.4.11.1 - 4.11.3;

- раздел 8. Указания по расчету и конструированию железобетонных конструкций с арматурой классов А500С и А400С при реконструкции, пп.8.1 – 8.5.

**НП 031-01 "Нормы проектирования сейсмостойких атомных станций":**

- раздел 5. Технологическое оборудование и трубопроводы пп.5.2, 5.6, 5.7;

- приложение 3. Стандартные сейсмические воздействия.

- приложение 4. Определение усилий в элементах строительных конструкций при расчете линейно-спектральным методом, пп.1 - 8.

**МГСН 4.19-2005 "Многофункциональные высотные здания и комплексы":**

- приложение 5.1. Ветровые нагрузки, пп.5.1.1 5.1.5;

- приложение 5.2. Сейсмические нагрузки, пп.5.2.2 – 5.2.13.

**9. Адекватность и эффективность в части прикладных характеристик препроцессора САПФИР-3D подтверждена соответствием требованиям пунктов нормативных документов по состоянию на 24 июня 2019 г.**

**СП 328.1325800.2017 "Информационное моделирование в строительстве. Правила описания компонентов информационной модели":**

- раздел 5. Общие требования к компонентам, пп.5.1, 5.2;

- раздел 6. Требования к геометрическим параметрам, уровням геометрической проработки и графическому отображению компонентов, пп.6.1 – 6.4;

- раздел 7. Требования к уровню атрибутивной проработки и значениям атрибутов, пп.7.1- 7.6;

- раздел 8. Функциональные требования к компонентам, пп.8.1 – 8.3;

- раздел 9. Правила именования компонентов и их атрибутов, пп.9.1 – 9.5;

- раздел 10. Требования к форматам компонентов, п.10.1;

- раздел 11. Требования к метаданным компонентов, пп.11.1, 11.2.

**Заместитель генерального  
директора ООО ЦСПС**

**Эксперт**



**Д.Ю.Бубнов**

**Т.Н.Бубнова**



**СП 331.1325800.2017 "Информационное моделирование в строительстве. Правила обмена между информационными моделями объектов и моделями, используемыми в программных комплексах":**

- раздел 5. Правила и требования интероперабельности на организационном уровне. Подраздел 5.3. Требования к передаваемой информации. Подраздел 5.4. Карта процессов и точки согласования входа;

- раздел 6. Правила и требования интероперабельности на семантическом уровне. Подраздел 6.1. Общие правила и требования интероперабельности на семантическом уровне. Подраздел 6.2. Семантическая совместимость. Подраздел 6.3. Классификатор строительных ресурсов;

- раздел 7. Правила и требования интероперабельности на программно-техническом уровне. Подраздел 7.1. Общие правила обмена. Подраздел 7.2. Интероперабельность на основе прямых API-интерфейсов и оригинальных форматов производителей программных средств. Подраздел 7.3. Интероперабельность на основе открытого стандарта формата данных IFC.

**СП 333.1325800.2017 "Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла":**

- раздел 4. Общие положения;

- раздел 5. Основные положения концепции стадийности жизненного цикла объектов строительства при использовании технологии информационного моделирования, пп.5.1 - 5.3;

- раздел 6. Требования к информационным моделям, ориентированным на различные стадии жизненного цикла. Подраздел 6.1. Общие требования, пп.6.1.1 – 6.1.13. Подраздел 6.2. Требования к программному обеспечению, пп.6.2.1, 6.2.2. Подраздел 6.3. Требования к составу и уровням проработки элементов модели для различных стадий жизненного цикла. пп.6.3.1 – 6.3.9. Подраздел 6.4. Требования к качеству информационных моделей, пп.6.4.1 – 6.4.5. Подраздел 6.5. Требования к форматам выдачи результатов проекта, пп.6.5.1, 6.5.2;

- раздел 8. Правила по формированию информационных моделей при изысканиях и проектировании. Подраздел 8.4. Правила обмена данными, п.8.4.1. Подраздел 8.5. Правила обмена данными, пп.8.5.1, 8.5.2. Подраздел 8.6. Правила и рекомендации по именованию файлов проекта, пп.8.6.1 – 8.6.4. Подраздел 8.7. Правила разделения цифровой модели, пп.8.7.1, 8.7.2;

- раздел 9. Правила по формированию информационных моделей при строительстве. Подраздел 9.2. Требования к формированию цифровой модели процесса строительства, пп.9.2.1, 9.2.2.

**СП 296.1328500.2017 "Здания и сооружения. Особые воздействия":**

- раздел 5. Общие требования по учету аварийных расчетных ситуаций, пп.5.4 – 5.6, 5.10, 5.11;

- раздел 6. Экстремальные климатические воздействия, пп.6.1, 6.2. Подраздел 6.5. Экстремальные снеговые нагрузки задаются значениями, вычисленными вручную. Подраздел 6.7. Экстремальные гололедные нагрузки задаются значениями, вычисленными вручную. Подраздел 6.8. Экстремальные температурные климатические воздействия задаются значениями, вычисленными вручную.

**СП 385.1325800.2018 "Защита зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения. Правила проектирования. Основные положения":**

- раздел 5. Строительные материалы и их характеристики при расчете сооружений на устойчивость против прогрессирующего обрушения, пп.5.1, 5.2;

- раздел 6. Нагрузки и воздействия, пп.6.1 - 6.3;

- раздел 7. Требования к расчетным моделям, пп.7.1 - 7.4, 7.6 (квазистатический метод в соответствии с Приложением Б), 7.8 (при создании расчетной схемы, состоящей из элементов висящей системы);

Заместитель генерального  
директора ООО ЦСПС

Эксперт



Д.Ю.Бубнов

Т.Н.Бубнова

- приложение Б. Алгоритм расчета на устойчивость против прогрессирующего обрушения в квазистатической и динамической постановках;
- приложение Е. Критерии несущей способности конструкций для особого предельного состояния (при задании диаграмм для определения предельных состояний бетона и арматуры).

## **10. Специализированная расчетно-графическая система "ГРУНТ"**

### **10.1. Решаемые задачи:**

- вычисление жесткости упругого основания с учетом влияющих нагрузок;
- автоматическое формирование конечно-элементных плоских и объемных нелинейных моделей грунтового основания;
- вычисление жесткости свайного основания с учетом влияющих нагрузок;
- вычисление дополнительных осадок существующих зданий под воздействием вновь строящихся зданий;
- вычисление жесткостей свай в соответствии с их расположением в модели грунта с целью включения свай в конечно-элементную расчетную схему как одноузловых конечных элементов;
- вычисление жесткостей свай как цепочки стержневых конечных элементов по длине свай; вычисление жесткостей выполняется как для одиночных свай, так и для свай, входящих в свайные кусты, с целью включения свай в конечно-элементную расчетную схему;
- вычисление несущей способности свай;
- автоматическое формирование конечно-элементных плоских и объемных нелинейных моделей грунтового основания.

**10.2. Адекватность и эффективность в части прикладных характеристик расчетно-графической системы "ГРУНТ" подтверждена соответствием требованиям пунктов нормативных документов по состоянию на 24 июня 2019 г.**

**СП 22.13330.2011 - Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83\* "Основания зданий и сооружений":**

- раздел 5. Проектирование оснований. Подраздел 5.6. Расчет оснований по деформациям. Определение осадки основания фундаментов, пп.5.6.31 - 5.6.33, 5.6.35, 5.6.38 (влияние соседних фундаментов и нагрузок), 5.6.41. Определение крена фундамента, пп.5.6.43 - 5.6.45;

- раздел 9. Особенности проектирования оснований подземных частей сооружений и геотехнический прогноз. пп.9.33, 9.37 (влияние строительства на изменение напряженно-деформированного состояния окружающего грунтового массива; влияние вертикальной нагрузки от вновь возводимого сооружения; расчет основания по деформациям для сооружений окружающей застройки, расположенных в зоне влияния нового строительства);

- приложение Г. Определение осадки основания фундамента методом линейно-деформированного слоя, пп.Г.1, Г.2.

**СП 22.13330.2016 - Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83\* "Основания зданий и сооружений":**

- раздел 5. Проектирование оснований. Подраздел 5.6. Расчет оснований по деформациям. Определение осадки основания фундаментов, пп.5.6.31 - 5.6.33, 5.6.35, 5.6.38 (влияние соседних фундаментов и нагрузок), 5.6.41. Определение крена фундамента, пп.5.6.43 - 5.6.45;

- раздел 9. Особенности проектирования оснований подземных частей сооружений и геотехнический прогноз. пп.9.33, 9.37 (влияние строительства на изменение напряженно-деформированного состояния окружающего грунтового массива, влияние вертикальной нагрузки от вновь возводимого сооружения, расчет основания по деформациям для сооружений окружающей застройки, расположенных в зоне влияния нового строительства);

**Заместитель генерального  
директора ООО ЦСПС**

**Эксперт**



**Д.Ю.Бубнов**

**Т.Н.Бубнова**

- приложение Г. Определение осадки основания фундамента методом линейно-деформированного слоя, пп.Г.1, Г.2.

**СП 24.13330.2011 - Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85 "Свайные фундаменты":**

- раздел 7. Проектирование свайных фундаментов. Определение несущей способности свай пп.7.2.1 - 7.2.9. Расчет осадки одиночной сваи пп.7.4.2 - 7.4.3. Расчет осадки свайного куста, пп.7.4.4 - 7.4.5. Расчет свай, свайных и комбинированных свайно-плитных фундаментов по деформациям, пп.7.4.6 - 7.4.9;

- приложение В. Расчет свай на совместное действие вертикальной и горизонтальной сил и момента, пп.В.2, В.5.

**СП 50-101-2004 "Проектирование и устройство оснований и фундаментов зданий и сооружений":**

- раздел 5. Проектирование оснований. Подраздел 5.5. Расчет оснований по деформациям. Определение осадки основания, пп.5.5.31 - 5.5.41 (в том числе влияние соседних фундаментов и нагрузок).

**СП 50-102-2003 "Проектирование и устройство свайных фундаментов":**

- раздел 4. Общие положения, п.4.1 (результаты инженерно-геологических изысканий задаются пользователем), п.4.12;

- раздел 6. Виды свай, пп.6.1 - 6.3 (висячие сваи, выбираются пользователем: прямоугольные или круглые, с уширением или без);

- раздел 7. Проектирование свайных фундаментов. Подраздел 7.1. Основные указания по расчету, п.7.1.1 (по осадкам оснований свай и свайных фундаментов от вертикальных нагрузок), пп.7.1.2, 7.1.3, 7.1.6 (расчет по прочности свайных ростверков).

## **11. Специализированная расчетно-графическая система "МОСТ"**

### **11.1. Решаемые задачи:**

- определение ординат линий и поверхностей влияния перемещений и усилий в мостовых сооружениях от подвижной нагрузки;

- определение комбинаций статических и подвижных нагрузок.

**11.2. Адекватность и эффективность в части прикладных характеристик расчетно-графической системы "МОСТ" подтверждена соответствием требованиям пунктов нормативных документов по состоянию на 24 июня 2019 г.**

**СП 35.13330.2011 - Актуализированная редакция СНиП 2.05.03-84\* "Мосты и трубы":**

- раздел 6. Нагрузки и воздействия. Постоянные нагрузки и воздействия, пп.6.4 - 6.10. Временные нагрузки от подвижного состава и пешеходов, пп.6.11 - 6.15, 6.21 - 6.23.

## **12. Специализированная расчетно-графическая система "МОНТАЖ"**

### **12.1. Решаемые задачи:**

- моделирование процесса возведения конструкции - последовательное изменение конструктивной схемы, поэтапное нагружение, установка и снятие монтажных нагрузок, моделирование набора прочности материала конструкции;

- моделирование процесса демонтажа фрагментов конструкции – изменение расчетной схемы под уже приложенной нагрузкой с уже сложившимся напряженно-деформированным состоянием, получение изменённого состояния конструкции (моделирование демонтажа временных опор, прогрессирующего разрушения и т.п.);

Примечания: допустимы линейные и нелинейные расчеты или их комбинации.

Заместитель генерального  
директора ООО ЦСПС

Эксперт



Д.Ю.Бубнов

Т.Н.Бубнова

**13. Специализированная расчетно-графическая система "ДИНАМИКА ВО ВРЕМЕНИ"**

**13.1. Решаемые задачи:**

- расчет на динамические воздействия методом прямого интегрирования уравнений движения по времени (в отличие от спектрального анализа позволяет решать и нелинейные системы);
- учет демпфирующих свойств материала конструкции и наличие конструктивных демпфирующих устройств, учет вязкого демпфирования для решения задач динамики во времени;
- моделирование ограниченной части грунтового массива с границами, не отражающими волны при динамических воздействиях.

**14. Специализированная расчетно-графическая система "КМ-САПР"**

**14.1. Решаемые задачи:**

- получение в автоматизированном режиме полного набора рабочих чертежей КМ (надстройка к AutoCAD).

**15. Специализированная расчетно-графическая система ИНТЕГРАЦИЯ ЗАДАЧ (МЕТЕОР – МЕТОд Единого Объединенного Результата, развитие системы Вариация Моделей)**

**15.1. Решаемые задачи:**

- выбор расчетных сочетаний усилий и нагрузений из нескольких расчетных схем (объединение результатов нескольких расчетов (при неизменной топологии) с варьированием различными параметрами: жесткостями, геометрией, граничными условиями и др.);
- составление расчетных сочетаний усилий из загружений разных расчетных схем (объединение результатов отдельных загружений разных задач в единую комбинацию, например: усилия от вертикальных статических нагрузок с С1 вычисленным по системе Грунт из одной задачи + усилия от сейсмике с С1 увеличенными из другой задачи).

**16. Специализированная расчетно-графическая система "САПФИР-ЖБК"**

**16.1. Решаемые задачи:**

- проектирование железобетонных конструкций по результатам расчета с выдачей рабочих чертежей армирования, спецификации арматуры, ведомости расхода стали и ведомости деталей.

**17. Специализированная расчетно-графическая система "Панельные здания"**

**17.1. Решаемые задачи:**

- построение конструктивной схемы панельного здания с учетом специфических граничных условий между отдельными панелями – стыков (содержит пополняемую и редактируемую библиотеку различных типов стыков, включая точечное положение дискретных связей);
- автоматическое вычисление или назначение пользователем жесткостей стыков для расчета;
- триангуляция и получение адекватной МКЭ-модели панельного здания для последующего расчета в ПК Лира-САПР с учетом работы КЭ стыков как в линейной (комплектации Стандарт и Стандарт-плюс), так и в нелинейной (комплектации PRO и FULL) постановке.

**17.2. Адекватность и эффективность в части прикладных характеристик расчетно-графической системы "Панельные здания" подтверждена соответствием требованиям пунктов нормативных документов по состоянию на 24 июня 2019 г.**

**СП 335.1325800.2017 "Крупнопанельные конструктивные системы. Правила проектирования":**

- раздел 4. Конструктивные решения крупнопанельных зданий, пп.4.3.19 - 4.3.20 (параметрическая расстановка дискретных связей (моделирование сварных соединений по закладным,

**Заместитель генерального  
директора ООО ЦСПС**

**Эксперт**



**Д.Ю.Бубнов**

**Т.Н.Бубнова**

шпонок, арматурных выпусков и т.п.) в вертикальных и горизонтальных стыках и назначение их жесткостей выполняются пользователем);

- приложение А. Учет податливостей соединений элементов несущих конструкций А.3 (вычисляется от заданной кубиковой прочности раствора), А.4 (автоматизировано вычисление только для платформенного и контактного стыков, для остальных параметры работы задаются вручную).

## **18. Специализированная расчетно-графическая система "Каменные и армокаменные конструкции"**

### **18.1. Решаемые задачи:**

- автоматизированная триангуляция стен заданных оболочечными конечными элементами в составе общей расчетной схемы здания на отдельные простенки;
- вычисление геометрических характеристик простенков разной формы;
- преобразование усилий в оболочечных конечных элементах в нагрузки в центре тяжести каждого простенка;
- формирование расчетных сочетаний нагрузжений (РСН) и расчетных сочетаний усилий (PCY) для простенков;
- проверка прочности простенков;
- подбор сетчатого и/или вертикального армирования;
- учёт заданного усиления простенков в виде штукатурной, железобетонной или стальной обойм;
- формирование эскиза рабочего чертежа с указанием количества рядов кладки, через которые необходимо укладывать арматурные сети.

**18.2. Адекватность и эффективность в части прикладных характеристик расчетно-графической системы "Каменные и армокаменные конструкции" подтверждена соответствием требованиям пунктов нормативных документов по состоянию на 24 июня 2019 г.**

**СП 15.13330.2012 - Актуализированная редакция СНиП II-22-81\* "Каменные и армокаменные конструкции":**

- раздел 4. Общие положения, п.4.1 (только требования к несущей способности; для 10-и видов материалов стен: бетон, кирпич глиняный и силикатный, виброкирпичная кладка, камни и блоки из бетона);

- раздел 5. Материалы, п.5.1 (кроме задания вида бетонов, не предусмотренных нормами классов бетона В40 и выше и марок каменных материалов по морозостойкости; коэффициенты условий работы задаются пользователем);

- раздел 6. Расчетные характеристики. Расчетные сопротивления, пп.6.1 (коэффициенты условий работы задаются пользователем), 6.3 - 6.4 (коэффициенты условий работы задаются пользователем), 6.16 - 6.17 (коэффициенты условий работы задаются пользователем), 6.21 (упругая характеристика неармированной кладки задается пользователем), 6.22, 6.24 (коэффициент, учитывающий влияние ползучести кладки задается пользователем);

- раздел 7. Расчет элементов конструкций по предельным состояниям первой группы (по несущей способности). Центрально-сжатые элементы, пп.7.1 - 7.5. Внецентренно сжатые элементы, пп.7.7 - 7.10. Косое внецентренное сжатие, пп.7.12. Смятие (местное сжатие), пп.7.13 - 7.16 (кроме конструктивных решений). Изгибаемые элементы, п.7.18. Центрально-растянутые элементы, п.7.19. Срез, п.7.20. Многослойные стены (стены облегченной кладки и стены с облицовками), п.7.23 (приведенную жесткость определяет пользователь). Армокаменные конструкции, пп.7.30, 7.31;

**Заместитель генерального  
директора ООО ЦСПС**

**Эксперт**



**Д.Ю.Бубнов**

**Т.Н.Бубнова**

- раздел 8. Расчет элементов конструкций по предельным состояниям второй группы (по образованию и раскрытию трещин и по деформациям) пп.8.1 - 8.3 (коэффициент условий работы при предполагаемом сроке службы конструкций указывается пользователем), 8.4 (предельные величины предельных деформаций кладки указываются пользователем), 8.5;

- раздел 9. Указания по проектированию конструкций. Конструктивные требования к армированной кладке, пп.9.75 - 9.77 (решение о повышении марок кирпича, камней и растворов, а также расчетном диаметре сетчатого армирования принимает пользователь).

**СП 16.13330.2011 - Актуализированная редакция СНиП II-23-81\* "Стальные конструкции":**

- раздел 5. Материалы для конструкций и соединений, пп.5.2, 5.12 (выбор стали для конструкций выполняет пользователь);

- раздел 6. Расчетные характеристики материалов и соединений, п.6.1 (расчетные характеристики стали определяет пользователь);

**СП 16.13330.2017 - Актуализированная редакция СНиП II-23-81\* "Стальные конструкции":**

- раздел 5. Материалы для конструкций и соединений, пп.5.2, 5.12 (выбор стали для конструкций выполняет пользователь);

- раздел 6. Расчетные характеристики материалов и соединений, п.6.1 (расчетные характеристики стали определяет пользователь).

**СП 63.13330.2012 – Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003 "Бетонные и железобетонные конструкции":**

- раздел 5. Требования к бетону и арматуре. Подраздел 5.1. Общие положения, пп.5.1.1, 5.1.2, 5.1.4, 5.1.5, 5.1.7, 5.1.11 - 5.1.13. Подраздел 5.2. Требования к расчету бетонных и железобетонных элементов по прочности, пп.5.2.1, 5.2.2, 5.2.7 - 5.2.11, 5.2.13 - 5.1.16. Подраздел 5.3. Требования к расчету железобетонных элементов по образованию трещин, пп.5.3.2 - 5.3.5. Подраздел 5.4. Требования к расчету железобетонных элементов по раскрытию трещин, пп.5.4.2, 5.4.3;

- раздел 6. Материалы для бетонных и железобетонных конструкций. Подраздел 6.1. Бетон, пп.6.1.4, 6.1.10 - 6.1.14, 6.1.19 - 6.1.26. Подраздел 6.2. Арматура, пп.6.2.2, 6.2.7 - 6.2.10, 6.2.12 - 6.2.14.

**СП 63.13330.2018 - Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003 "Бетонные и железобетонные конструкции":**

- раздел 5. Требования к бетону и арматуре. Подраздел 5.1. Общие положения, пп.5.1.1, 5.1.2, 5.1.4, 5.1.5, 5.1.7, 5.1.11 - 5.1.13. Подраздел 5.2. Требования к расчету бетонных и железобетонных элементов по прочности, пп.5.2.1, 5.2.2, 5.2.7 - 5.2.11, 5.2.13 - 5.1.16. Подраздел 5.3. Требования к расчету железобетонных элементов по образованию трещин, пп.5.3.2 - 5.3.5. Подраздел 5.4. Требования к расчету железобетонных элементов по раскрытию трещин, пп.5.4.2, 5.4.3;

- раздел 6. Материалы для бетонных и железобетонных конструкций. Подраздел 6.1. Бетон, пп.6.1.4, 6.1.10 - 6.1.14, 6.1.19 - 6.1.26. Подраздел 6.2. Арматура, пп.6.2.2, 6.2.7 - 6.2.10, 6.2.12 - 6.2.1

## **19. Специализированная расчетно-графическая система "Сталежелезобетон"**

### **19.1. Решаемые задачи:**

- выполняется расчет и проектирование (на уровне эскизов) элементов (балок, колонн) сталежелезобетонных конструкций (задаются бетонное сечение и жёсткая арматура, выполняется проверка и, при необходимости, подбор гибкой арматуры).

**Заместитель генерального  
директора ООО ЦСПС**

**Эксперт**



**Д.Ю.Бубнов**

**Т.Н.Бубнова**

**19.2. Адекватность и эффективность в части прикладных характеристик расчетно-графической системы "Сталежелезобетон" подтверждена соответствием требованиям пунктов нормативных документов по состоянию на 24 июня 2019 г.**

**СП 266.1325800.2016 "Конструкции сталежелезобетонные. Правила проектирования":**

- раздел 4. Общие положения. Подраздел 4.1. Типы сталежелезобетонных конструкций (в соответствии с рис.4.3 - Типовые поперечные сечения железобетонных конструкций с жесткой арматурой и рис 4.4 - Типы трубобетонных сечений). Подраздел 4.3. Основные положения по расчетам. Подраздел 4.4. Требования к расчетам. Подраздел 4.4.1. Расчеты по прочности. Подраздел 4.4.2. Расчет по образованию и раскрытию трещин. Подраздел 4.4.4. Дополнительные требования к расчету комбинированных балок, пп.4.4.4.2 - 4.4.4.5, 4.4.4.7, 4.4.4.11, 4.4.4.13. Подраздел 4.4.5. Дополнительные требования к расчету трубобетонных элементов;

- раздел 5. Материалы. Подраздел 5.1. Бетон. Подраздел 5.2. Арматура. Подраздел 5.3. Сталь;

- раздел 7. Расчет сталежелезобетонных конструкций на внецентренное сжатие и растяжение. Подраздел 7.1. Железобетонные конструкции с жесткой арматурой. Подраздел 7.2. Трубобетонные конструкции;

- раздел 8. Конструктивные требования. Подраздел 8.3. Железобетонные конструкции с жесткой арматурой. Подраздел 8.3.2. Требования к размерам сечений элементов, п.8.3.2.3. Подраздел 8.3.4. Расстояния между отдельными ветвями жесткой арматуры и отдельными стержнями гибкой арматуры, п.8.3.4.2. Подраздел 8.3.5. Продольное армирование элементов, пп.8.3.5.1, 8.3.5.3. Подраздел 8.3.6. Поперечное армирование элементов. Подраздел 8.4. Трубобетонные конструкции;

- приложение Г.2. Приведенное сечение железобетонной конструкции с жесткой арматурой;

- приложение Г.3. Приведенные сечения трубобетонных конструкций;

- приложение Д. Обобщенная расчетная диаграмма работы стали.

**20. Специализированная расчетно-графическая система "Конструктор сечений универсальный"**

**20.1. Решаемые задачи:**

- вычисление жесткостных характеристик произвольных многокомпонентных сечений (тонкостенных и массивных);

- получение распределения напряжений по сечению и его компонентам от заданных нагрузок в линейной поставке;

- проверка произвольных многокомпонентных сечений по несущей способности по нелинейной деформационной модели с пересчетом жесткости сечения.

**20.2. Адекватность и эффективность в части прикладных характеристик расчетно-графической системы "Конструктор сечений универсальный" подтверждена соответствием требованиям пунктов нормативных документов по состоянию на 24 июня 2019 г.**

**СП 15.13330.2012 - Актуализированная редакция СНиП II-22-81\* "Каменные и армокаменные конструкции":**

- раздел 5. Материалы, п. 5.1 (кроме задания вида бетонов, не предусмотренных нормами классов бетона В40 и выше и марок каменных материалов по морозостойкости; коэффициенты условий работы задаются пользователем).

**СП 16.13330.2011 - Актуализированная редакция СНиП II-23-81\* "Стальные конструкции":**

- раздел 5. Материалы для конструкций и соединений, пп.5.2, 5.12 (выбор стали для конструкций выполняет пользователь);

Заместитель генерального  
директора ООО ЦСПС

Эксперт



Д.Ю.Бубнов

Т.Н.Бубнова

- раздел 6. Расчетные характеристики материалов и соединений, п.6.1 (расчетные характеристики стали определяет пользователь);

**СП 16.13330.2017 - Актуализированная редакция СНиП II-23-81\* "Стальные конструкции":**

- раздел 5. Материалы для конструкций и соединений, пп.5.2, 5.12 (выбор стали для конструкций выполняет пользователь);

- раздел 6. Расчетные характеристики материалов и соединений, п.6.1 (расчетные характеристики стали определяет пользователь);

**СП 63.13330.2012 - Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003 "Бетонные и железобетонные конструкции":**

- раздел 6. Материалы для бетонных и железобетонных конструкций. Подраздел 6.1. Бетон, пп.6.1.4, 6.1.10 - 6.1.14, 6.1.19 - 6.1.26. Подраздел 6.2. Арматура, пп.6.2.2, 6.2.7 - 6.2.10, 6.2.12 - 6.2.14.

- раздел 8. Железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры. Подраздел 8.1. Расчет элементов железобетонных конструкций по предельным состояниям первой группы. Расчет по прочности железобетонных элементов на действие изгибающих моментов и продольных сил, пп.8.1.20 - 8.1.30 (нелинейная деформационная модель).

**СП 63.13330.2018 - Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003 "Бетонные и железобетонные конструкции":**

- раздел 5. Требования к бетону и арматуре. Подраздел 5.1. Общие положения, пп.5.1.1, 5.1.2, 5.1.4, 5.1.5, 5.1.7, 5.1.11 - 5.1.13. Подраздел 5.2. Требования к расчету бетонных и железобетонных элементов по прочности, пп.5.2.1, 5.2.2, 5.2.7 - 5.2.11, 5.2.13 - 5.1.16. Подраздел 5.3. Требования к расчету железобетонных элементов по образованию трещин, пп.5.3.2 - 5.3.5. Подраздел 5.4. Требования к расчету железобетонных элементов по раскрытию трещин, пп.5.4.2, 5.4.3;

- раздел 6. Материалы для бетонных и железобетонных конструкций. Подраздел 6.1. Бетон, пп.6.1.4, 6.1.10 - 6.1.14, 6.1.19 - 6.1.26. Подраздел 6.2. Арматура, пп.6.2.2, 6.2.7 - 6.2.10, 6.2.12 - 6.2.14.

## **21. Специализированная расчетно-графическая система "САПФИР-Генератор"**

### **21.1. Решаемые задачи:**

- параметрическое моделирование зданий и сооружений произвольной формы в графическом редакторе алгоритмов (визуальное программирование);

- обеспечение обновления формы, положения и количества объектов модели на базе примитивов DXF;

- параметрическое моделирование сложных конструкций с использованием плагина для Grasshopper + Rhinoceros.

## **22. Специализированная расчетно-графическая система "ОГНЕСТОЙКОСТЬ"**

### **22.1. Решаемые задачи:**

- автоматическое разбиение сечения элемента на конечные элементы;

- решение нестационарной задачи теплопроводности и определение температурных полей

- подбор и проверка арматуры с учетом понижения прочностных и деформационных характеристик бетона и арматуры в результате заданного предела огнестойкости;

**22.2. Адекватность и эффективность в части прикладных характеристик расчетно-графической системы "ОГНЕСТОЙКОСТЬ" подтверждена соответствием требованиям пунктов нормативных документов по состоянию на 24 июня 2019 г.**

**СТО 36554501-006-2006 "Правила по обеспечению огнестойкости и огнесохранности железобетонных конструкций":**

Заместитель генерального  
директора ООО ЦСПС

Эксперт



Д.Ю.Бубнов

Т.Н.Бубнова



- раздел 4. Общие требования, пп.4.2, 4.3, 4.12, 4.13;
- раздел 5. Свойства бетона и арматуры при огневом воздействии и после него, пп.5.1 - 5.3, 5.7 - 5.9, 5.10 – 5.14.
- раздел 6. Теплотехнический расчет железобетонных конструкций, пп.6.1 – 6.3.

**23. Специализированная расчетно-графическая система "ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ"**

**23.1. Решаемые задачи:**

- решение задачи о стационарном и нестационарном переносе тепла;
- моделирование конвективного теплообмена с окружающей средой;
- моделирование лучистого теплообмена (радиационного воздействия).

**24. Программная документация**

ЛИРА-САПР. Руководство пользователя. Обучающие примеры, 254 с

САПФИР 3D. Учебное пособие, 136 стр.

Компьютерные модели конструкций, 391 стр.

ЛИРА-САПР. Книга I. Основы, 154 с

**Заместитель генерального  
директора ООО ЦСПС**

**Эксперт**



**Д.Ю.Бубнов**

**Т.Н.Бубнова**



## Оглавление

<b>ВВЕДЕНИЕ. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ</b> .....	<b>2</b>
<b>1. ОБЩИЕ ДАННЫЕ</b> .....	<b>3</b>
1.1. Характеристика участка реконструкции .....	3
1.2. Нагрузки действующие на здание.....	17
1.2.1. Сбор нагрузок на перекрытия и покрытие .....	18
1.2.2. Снеговая нагрузка. Расчёт нагрузки от снеговых «мешков». ....	21
<b>2. ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗДАНИЯ</b> .....	<b>23</b>
2.1. Объёмно-планировочная характеристика зданий .....	23
2.2. Конструктивная характеристика зданий .....	24
<b>3. ХАРАКТЕРИСТИКИ РАСЧЁТНОЙ МОДЕЛИ ЗДАНИЯ</b> .....	<b>25</b>
3.1. Описание методики численного моделирования .....	25
3.2. Параметры армирования пластинчатых элементов .....	27
3.3. Параметры армирования стержневых элементов.....	29
3.4. Параметры загружений в расчётной модели .....	31
3.5. Комбинации расчётных сочетаний усилий и нагрузок.....	31
3.5.1. Расчётные сочетания усилий. Параметры.....	31
3.5.2. Расчётные сочетания нагрузок. Параметры.....	32
3.6. Жёсткости элементов расчётной модели .....	33
3.6.1. Жёсткости элементов расчётной модели для блока А.....	33
3.6.2. Жёсткости элементов расчётной модели для блока В, С, Д.....	35
<b>РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЁТА</b> .....	<b>37</b>
4.1.    Протокол расчёта ПК ЛИРА-САПР .....	37
4.1.1.    Блок А.....	37
4.1.2.    Блок В, С, Д.....	38
4.2.1. Давление под подошвой ж.б. фундаментной плиты .....	39
4.2.1.1. Блок А .....	39
4.2.1.2. Блок В .....	39
4.2.1.3. Блок С .....	40
4.2.1.4. Блок Д .....	40
4.2.2.    Изополя коэффициентов постели «С1» на фундаментной плите.....	41
4.2.2.1.    Блок А .....	41
4.2.2.2.    Блок В .....	41
4.2.2.3.    Блок С .....	42
4.2.2.4.    Блок Д .....	42
Рис. 4.8 Изополя коэффициентов постели «С1» на фундаментной плите Блок Д.....	42

4.2.3	Изополя коэффициентов постели «С2» на фундаментной плите	4.2.3.1 Блок А.....	43
4.2.3.2	Блок Б.....		43
4.2.3.3	Блок С .....		44
4.2.3.4	Блок Д .....		44
4.2.4	Осадка ж.б. фундаментной плиты.....		45
4.3	Расчёт ж.б. фундамента.....		48
4.3.1	Напряжения в ж.б. фундаментной плите .....		48
4.3.1.1	Блок А .....		48
4.3.1.2	Блок В .....		49
4.3.1.3	Блок С .....		50
4.3.1.4	Блок Д .....		51
4.3.2	Армирование ж.б. фундаментной плиты .....		52
4.3.2.1	Блок А .....		52
4.3.2.2	Блок В, С, Д.....		54
4.4	Расчет ж.б. стен цоколя .....		56
4.4.1	Напряжения в ж.б. стенах цоколя.....		56
4.4.1.1	Блок А .....		56
4.4.1.2	Блок В, С, Д.....		57
4.4.2	Армирование ж.б. стен цоколя.....		59
4.4.2.1	Блок А .....		59
4.4.2.2	Блок В, С, Д.....		60
4.5	Расчет ж.б. стен .....		61
4.5.1	Напряжения в ж.б. стенах.....		61
4.5.1.1	Блок А .....		61
4.5.1.2	Блок В, С, Д.....		62
4.5.2	Армирование ж.б. стен .....		64
4.5.2.1	Блок А .....		64
4.5.2.2	Блок В, С, Д.....		65
4.6	Расчет ж.б. плит перекрытия .....		66
4.6.1	Блок А.....		66
4.6.1.1	Напряжения в ж.б. плите перекрытия на отм. +4.000 .....		66
4.6.1.2	Армирование ж.б. плиты перекрытия на отм. +4.000 .....		67
4.6.1.3	Напряжения в ж.б. плите перекрытия на отм. +7.450 .....		69
4.6.1.4	Армирование ж.б. плиты перекрытия на отм. +7.450 .....		70
4.6.2	Блок В, С, Д.....		72

4.6.2.1	Напряжения в ж.б. плите перекрытия на отм. +4.050 .....	72
4.6.2.2	Армирование ж.б. плиты перекрытия на отм. +4.050 .....	73
4.6.2.3	Напряжения в ж.б. плите перекрытия на отм. +7.850 .....	75
4.6.2.4	Армирование ж.б. плиты перекрытия на отм. +7.850 .....	76
4.6.2.5	Напряжения в ж.б. плите перекрытия на отм. +12.000 .....	78
4.7	Определение неупругих прогибов в ж.б. плитах .....	81
4.7.1	Блок А .....	81
4.7.2	Блок В, С, Д .....	83
4.8	Расчёт ж.б. балок и колонн. ....	86
4.8.1	Блок А. ....	86
4.8.1.1	Усилия в ж.б. балках .....	86
4.8.1.2	Армирование ж.б. балок .....	87
4.8.1.3	Усилия в ж.б. колоннах .....	88
4.8.2	Блок В, С, Д .....	89
4.8.2.1	Усилия в ж.б. балках .....	89
4.8.2.2	Армирование ж.б. балок .....	90
4.8.2.3	Усилия в ж.б. колоннах .....	92
4.9	Коэффициент запаса устойчивости здания .....	94
<b>ВЫВОДЫ:</b> .....		<b>95</b>
<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:</b> .....		<b>105</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЯ</b> .....		<b>106</b>
<b>Таблица регистрации изменений</b> .....		<b>107</b>