

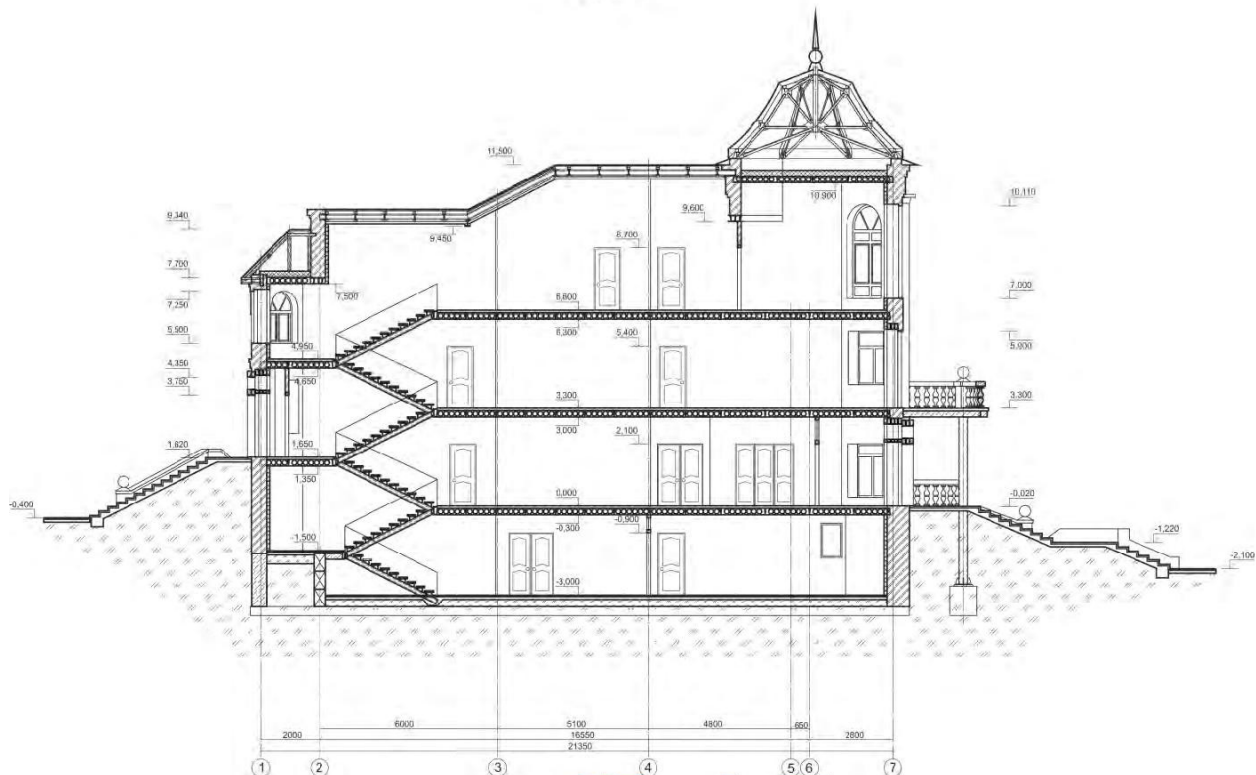


Фасад А-К



Фасад 1-7

Разрез 1-1



Пояснительная записка к расчету

В расчете принята плита толщиной 300 мм. В качестве армирующего материала использована стеклопластиковая арматура АКС «Армастек» по ТУ 2296-001-60722703-2010 и для сравнения металлическая арматура А-500С.

Сбор нагрузок

№ п/п	Наименование нагрузки	Нормативная нагрузка, кг/м ²	Коэффициент надежности по нагрузке, f	Расчетная нагрузка, кг/м ²
Сбор нагрузок на перекрытие первого, второго, третьего этажа				
	Постоянные			
1.	Паркетная доска =600 кг/м ³ δ=15 мм	9	1,1	10,1
2.	Цементно-песчаная стяжка =1800 кг/м ³ δ=60 мм	108	1,3	140,4
	Временные			
3.	Временная полезная	150	1,3	195
	Всего:	597		708,5
Сбор нагрузок на покрытие				
	Постоянные			
1.	Гибкая черепица Shinglass	5	1,1	5,5
2.	Влагостойкая фанера =1200 кг/м ³ δ=10 мм	12	1,1	13,2
3.	Обрешетка =800 кг/м ³ δ=25 мм	12	1,1	13,2
4.	Стропила шаг 1200 мм	20	1,1	22

5.	Утеплитель Ursa =50 кг/м ³ δ=150 мм	7.5	1.1	8.3
	Временные			
6.	Снеговая	126	1,4	180
	Всего:	597		275.2

Нагрузка от веса стен и перекрытий задается программой при задании соответствующего объемного веса конструкции.

Введение

Расчет выполнен программным комплексом «ЛИРА-Windows» версии 9.6R7. В основу расчета положен метод конечных элементов (МКЭ) в перемещениях. В качестве основных неизвестных приняты следующие перемещения узлов:

- X** — линейное по оси X;
- Y** — линейное по оси Y;
- Z** — линейное по оси Z;
- UX** — угловое вокруг оси X;
- UY** — угловое вокруг оси Y;
- UZ** — угловое вокруг оси Z.



В ПК «ЛИРА-Windows» реализованы положения следующих разделов СНиП (с учетом последних изменений):

- СНиП 2.01.07-85* «Нагрузки и воздействия»;
- СНиП 52-01-2003 «Бетонные и железобетонные конструкции»;
- СНиП II-7-81* «Строительство в сейсмических районах»;
- СНиП II-23-81* «Стальные конструкции».

В расчетные схемы включены следующие типы конечных элементов (КЭ):

Тип 10. Универсальный пространственный стержневой конечный элемент; Тип 41.

Прямоугольный элемент оболочки;

Тип 42. Треугольный элемент оболочки; Тип 44.

Четырехугольный элемент оболочки.

Для фиксации местоположения конечного элемента в схеме служит общая система координат.

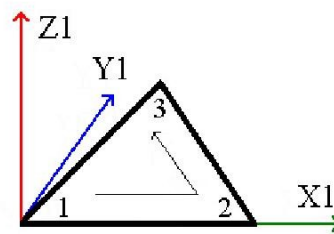
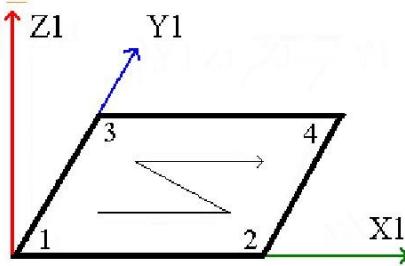
Местная система координат необходима для задания жесткостных характеристик, для ориентации местной нагрузки, главных осей инерции в сечении стержня, усилий и напряжений, возникающих в элементе.

Каждая система координат являются правой декартовой.

Индексация и правила знаков усилий в КЭ

Типы 41, 42, 44. Элементы плиты-оболочки

Для всех плоскостных КЭ ось направлена от первого узла ко второму. Для прямоугольных элементов плиты и оболочки ось направлена от первого узла к третьему. Для треугольных и четырехугольных элементов оболочки ось ортогональна оси и расположена в плоскости элемента.



Конечные элементы воспринимают следующие виды усилий, напряжений и реакций:

N_x, N_y – нормальное напряжение вдоль осей $X1$ и $Y1$ соответственно. Положительный знак соответствует растяжению;

T_{xy} – сдвигающее напряжение, параллельное оси $X1$ и лежащее в плоскости, параллельной $X1OZ1$. Положительный знак усилия определяет удлинение диагонали 1 – 4 (медианы, выходящей из узла 1, для треугольного конечного элемента типа 42);

M_x, M_y – изгибающий момент, действующий на сечения, ортогональные осям $X1$ и $Y1$ соответственно. Положительный знак соответствует растяжению нижнего волокна (относительно оси $Z1$);

M_{xy} – крутящий момент. Положительный знак определяет кривизну диагонали 1 – 4, направленной выпуклостью вниз (относительно оси $Z1$). Для треугольного элемента типа 42 – медианы, выходящей из узла 1;

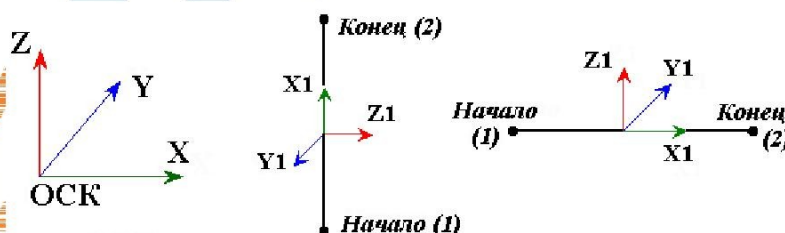
Q_x – перерезывающая сила вдоль оси $Z1$ в сечении, ортогональном оси $X1$. Положительный знак определяет совпадение направления силы с направлением оси $Z1$ на той части элемента, в которой отсутствует узел 1;

Q_y – перерезывающая сила вдоль оси $Z1$ в сечении, ортогональном оси $Y1$. Положительный знак определяет совпадение направления силы с направлением оси $Z1$ на той части элемента, в которой отсутствует узел 1;

R_z – реактивный отпор грунта при расчете оболочек на упругом основании. Положительное усилие действует по направлению оси $Z1$.

Тип 10. Универсальный пространственный стержневой элемент

Ось $X1$ направлена по продольной оси стержня от начала (первый узел) к концу (второй узел). Оси $Y1$ и $Z1$ являются главными центральными осями инерции. Ось $Z1$ всегда направлена в верхнее полупространство. По умолчанию предполагается, что у произвольно ориентированных стержней ось $Y1$ параллельна горизонтальной плоскости XOY глобальной системы координат, а у вертикальных стержней – параллельна оси Y глобальной системы координат и направлена в противоположную сторону.



Конечный элемент воспринимает следующие виды усилий:

N – осевое усилие, положительный знак соответствует растяжению;

M_k – крутящий момент относительно оси $X1$, положительный знак соответствует действию момента против часовой стрелки, если смотреть с конца оси $X1$ на сечение, принадлежащее концу стержня;

M_y – изгибающий момент относительно оси $Y1$, положительный знак соответствует действию момента против часовой стрелки, если смотреть с конца оси $Y1$ на сечение, принадлежащее концу стержня;

M_z – изгибающий момент относительно оси $Z1$, положительный знак соответствует действию момента против часовой стрелки, если смотреть с конца оси $Z1$ на сечение, принадлежащее концу стержня;

Q_y – перерезывающая сила вдоль оси $Y1$, положительный знак соответствует совпадению направления силы с осью $Y1$ для сечения, принадлежащего концу стержня;

Q_z – перерезывающая сила вдоль оси $Z1$, положительный знак соответствует совпадению направления силы с осью $Z1$ для сечения, принадлежащего концу стержня;

R_z – реактивный отпор грунта для стержня на упругом основании, положительное усилие действует по направлению оси $Z1$ (грунт растянут).

Вышеперечисленные типы конечного элемента кроме своего прямого функционального назначения предназначаются для сбора распределенных нагрузок с целью приведения их в узлы. В этом случае жесткость КЭ принимается минимально возможной, с тем, чтобы не исказить реальную работу пространственной расчетной схемы.

Чтение результатов расчета

Результаты расчета разбиты на следующие разделы (основные):

Раздел 1. Протокол работы процессора;

Раздел 5. Перемещения узлов;

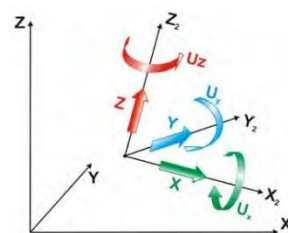
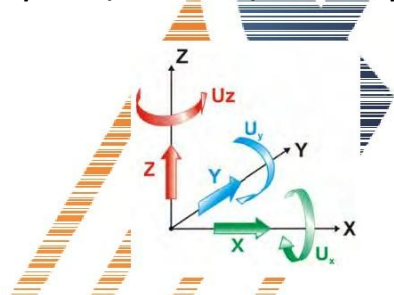
Раздел 6. Усилия (напряжения) в элементах;

Раздел 8. Расчетные сочетания усилий (PCY).

В разделе 5 в табличной форме печатаются перемещения узлов рассчитываемой задачи.

Размерность перемещений указана в шапке таблицы. В первой графе находится номер загрузки и индексация перемещений. Некоторые типы перемещений могут отсутствовать в таблице, если при печати перемещений была задана соответствующая маска печати перемещений. В остальных графах – номера узлов в порядке возрастания и величины перемещений, им соответствующие. Линейные перемещения считаются положительными, если они направлены вдоль осей системы координат (СК). Положительные угловые перемещения соответствуют вращению против часовой стрелки, если смотреть с конца соответствующей оси.

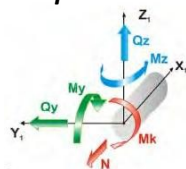
Перемещения в общей СК Перемещения в местной СК



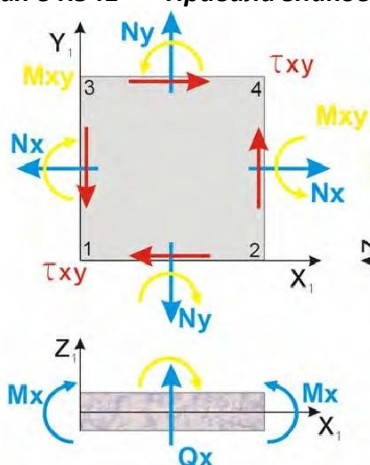
В разделе 6 в табличной форме печатаются усилия в элементах расчетной схемы. Размерность усилий указана в шапке таблицы. В первой графе указывается номер процедуры из библиотеки

конечных элементов, номер загрузки и индексация усилий. В последующих графах указываются: в первой строке шапки – номера первых двух узлов; во второй строке – номер элемента и номер сечения в этом элементе, для которого печатаются усилия.

Положительные усилия в КЭ10 Правила знаков



Положительные усилия в КЭ41 Правила знаков



В разделе 8 в табличной форме выдаются расчетные сочетания усилий в элементах для каждого сечения и дополнительная информация о сочетаниях усилий. Шапка таблицы содержит следующие графы:

- ЭЛМ – номер элемента;
- СЧ – номер сечения;
- КР – номер критерия, по которому составлено данное сочетание усилий.

Далее следуют списки силовых факторов от расчетных нагрузок и номера загрузений, вошедших в расчетные сочетания.

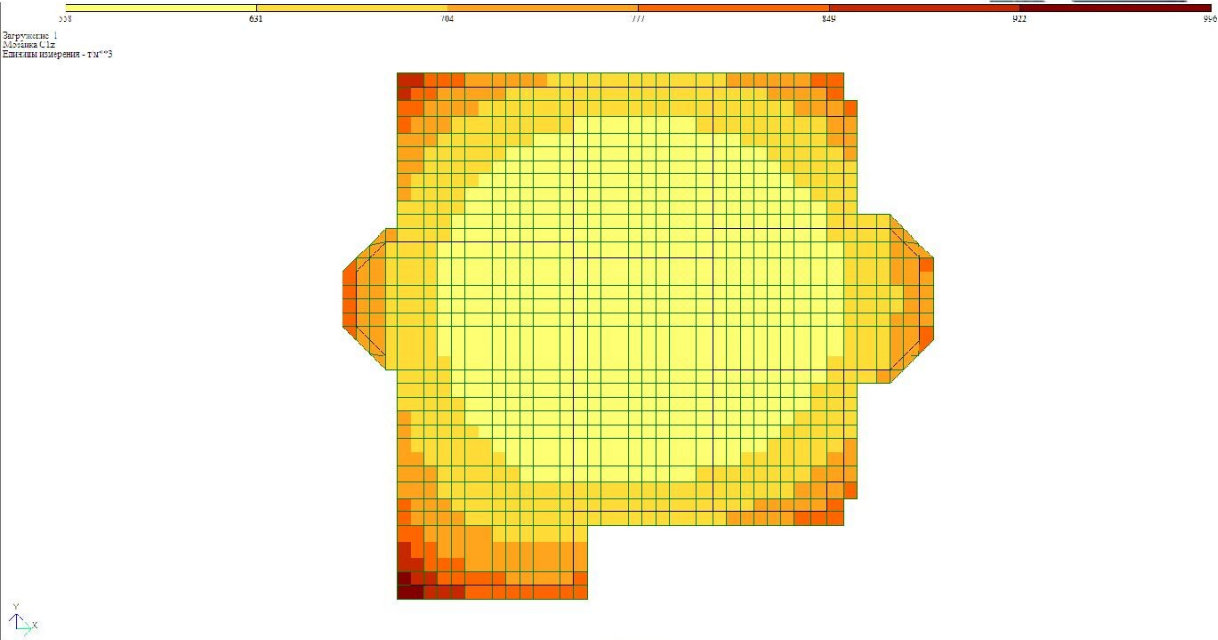
Расчетные сочетания усилий (PCY) для стержней выбираются по критерию экстремальных нормальных и сдвиговых напряжений в периферийных зонах сечения.

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

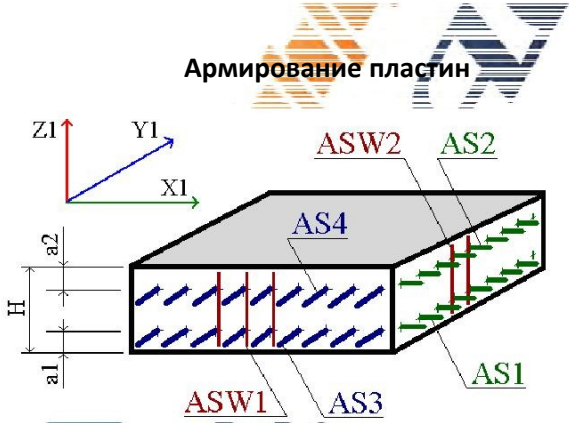
Грунтовые условия

Для расчета коэффициента постели винклеровского основания использована модель упругого основания программы «ГРУНТ» с применением модифицированного метода Пастернака – метод 3. Проведены 3 итерации.

Коэффициент постели C_1 тс/м³

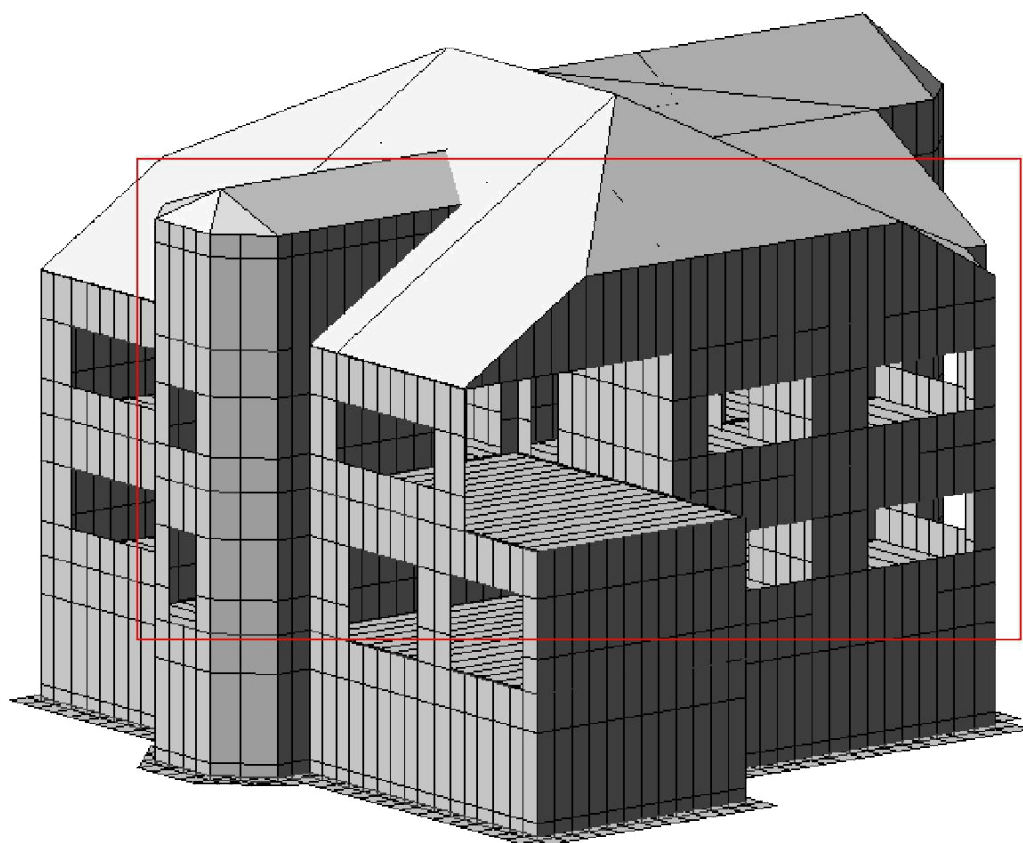


Армирование пластин

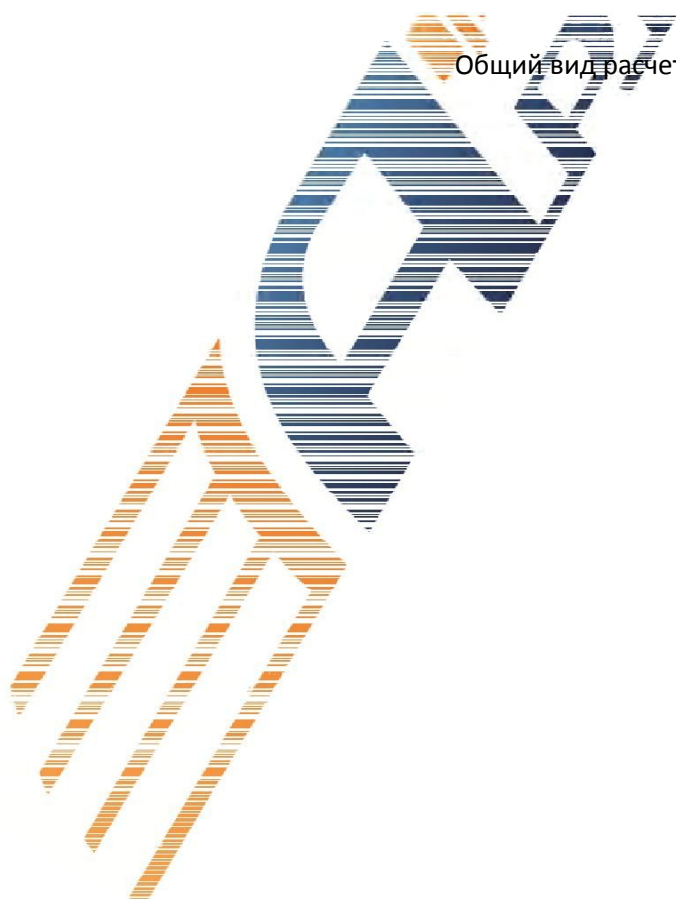


Площадь арматуры

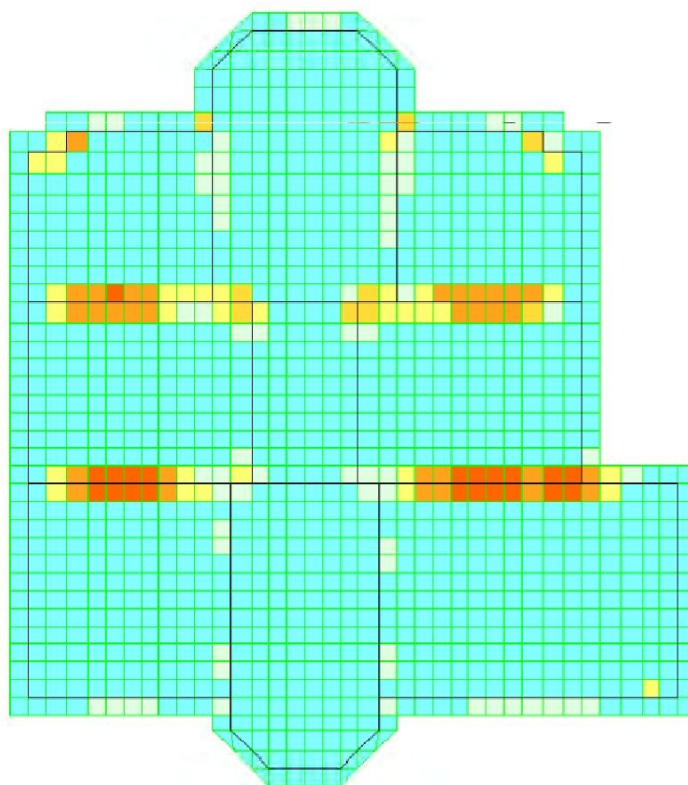
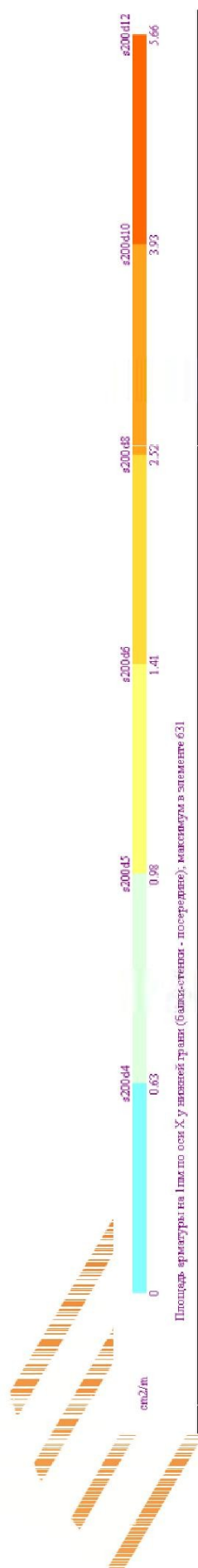
D, мм	Расчетная площадь (см2 / 1м ширины) при шаге стержней (мм)														D, мм	Масса стержня кг / мп
	50	75	100	125	133	150	175	200	220	250	300	350	400	440		
3	1.41	0.94	0.71	0.57	0.53	0.47	0.40	0.35	0.32	0.28	0.24	0.20	0.18	0.16	3	0.055
4	2.51	1.68	1.26	1.01	0.94	0.84	0.72	0.63	0.57	0.50	0.42	0.36	0.31	0.29	4	0.099
5	3.93	2.62	1.96	1.57	1.48	1.31	1.12	0.98	0.89	0.79	0.65	0.56	0.49	0.45	5	0.154
6	5.65	3.77	2.83	2.26	2.13	1.88	1.62	1.41	1.29	1.13	0.94	0.81	0.71	0.64	6	0.222
7	7.70	5.13	3.85	3.08	2.89	2.57	2.20	1.92	1.75	1.54	1.28	1.10	0.96	0.87	7	0.302
8	10.05	6.70	5.03	4.02	3.78	3.35	2.88	2.51	2.28	2.01	1.68	1.44	1.26	1.14	8	0.395
10	15.71	10.47	7.85	6.28	5.91	5.24	4.49	3.93	3.57	3.14	2.62	2.24	1.96	1.78	10	0.617
12	22.62	15.08	11.31	9.05	8.50	7.54	6.46	5.65	5.14	4.52	3.77	3.23	2.83	2.57	12	0.888
14	30.79	20.53	15.39	12.32	11.57	10.26	8.80	7.70	7.00	6.16	5.13	4.40	3.85	3.50	14	1.208
16	40.21	26.81	20.11	16.08	15.12	13.40	11.49	10.05	9.14	8.04	6.70	5.74	5.03	4.57	16	1.578
18	50.89	33.93	25.45	20.36	19.13	16.96	14.54	12.72	11.57	10.18	8.48	7.27	6.36	5.78	18	1.998
20	62.83	41.89	31.42	25.13	23.62	20.94	17.95	15.71	14.28	12.57	10.47	8.98	7.85	7.14	20	2.466
22	76.03	50.68	38.01	30.41	28.58	25.34	21.72	19.01	17.28	15.21	12.67	10.86	9.50	8.64	22	2.984
25	98.17	65.45	49.09	39.27	36.91	32.72	28.05	24.54	22.31	19.63	16.36	14.02	12.27	11.16	25	3.853
28	123.15	82.10	61.58	49.26	46.30	41.05	35.19	30.79	27.99	24.63	20.53	17.59	15.39	13.99	28	4.834
32	160.85	107.23	80.42	64.34	60.47	53.62	45.96	40.21	36.56	32.17	26.81	22.98	20.11	18.28	32	6.313
36	203.58	135.72	101.79	81.43	76.53	67.86	58.16	50.89	46.27	40.72	33.93	29.08	25.45	23.13	36	7.990
40	251.33	167.55	125.66	100.53	94.48	83.78	71.81	62.83	57.12	50.27	41.89	35.90	31.42	28.56	40	9.865



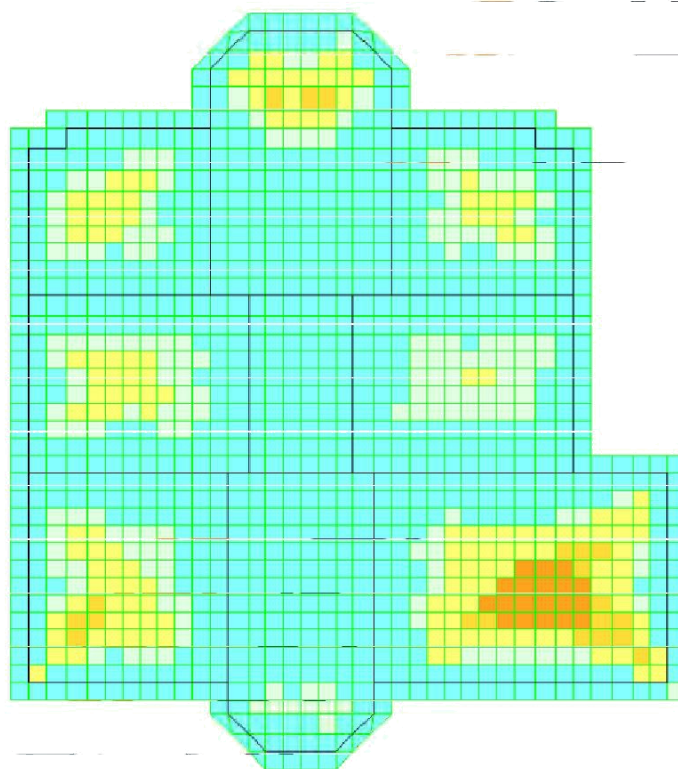
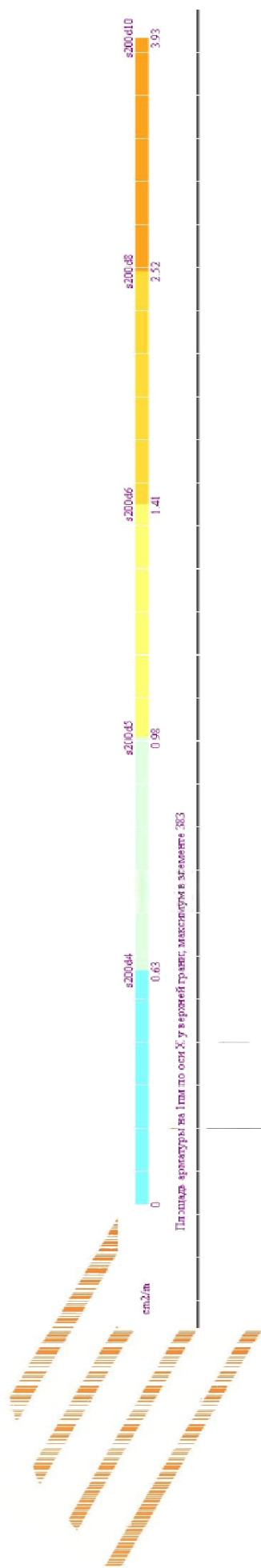
Общий вид расчетной схемы



Армирование стеклопластиковой арматурой АКС

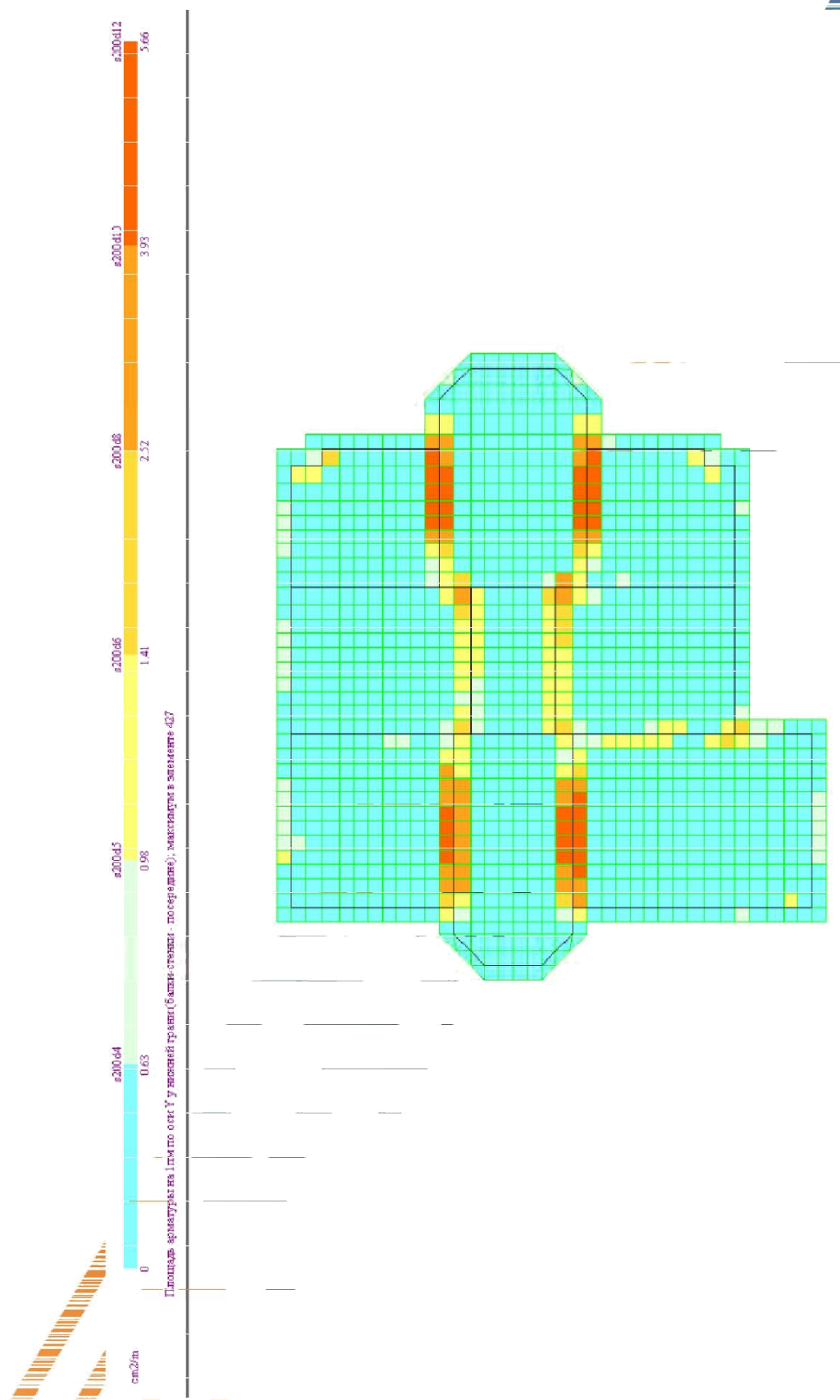


Нижнее армирование по X



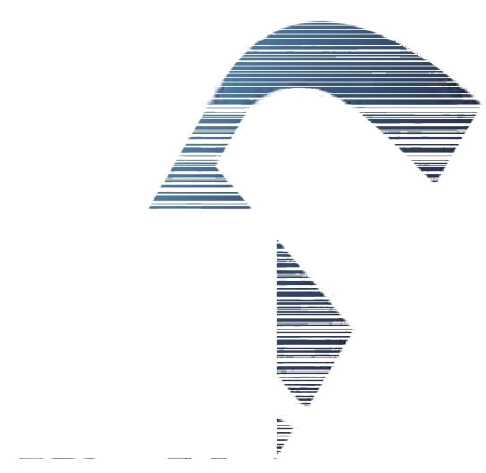
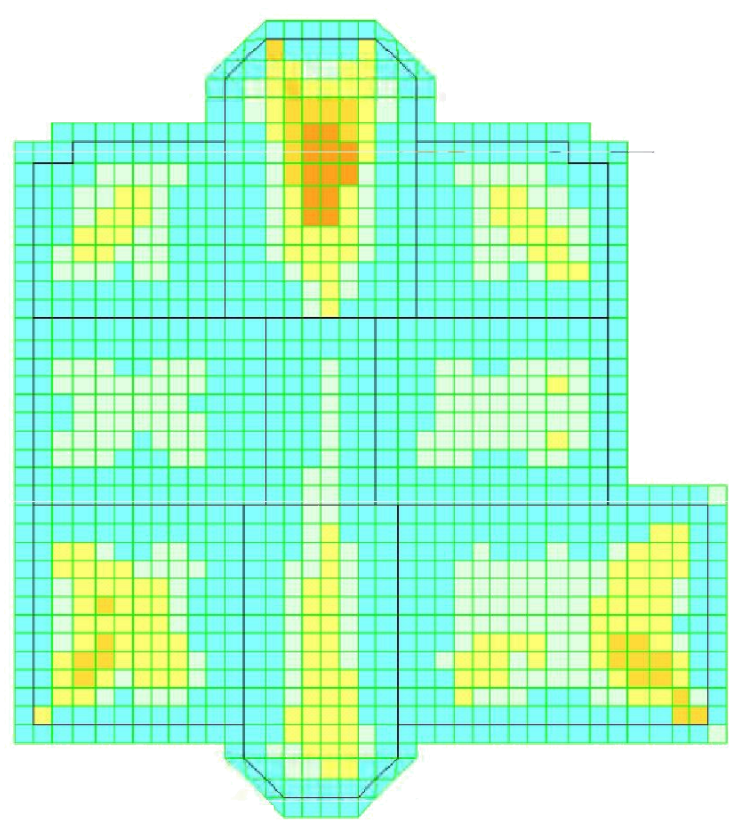
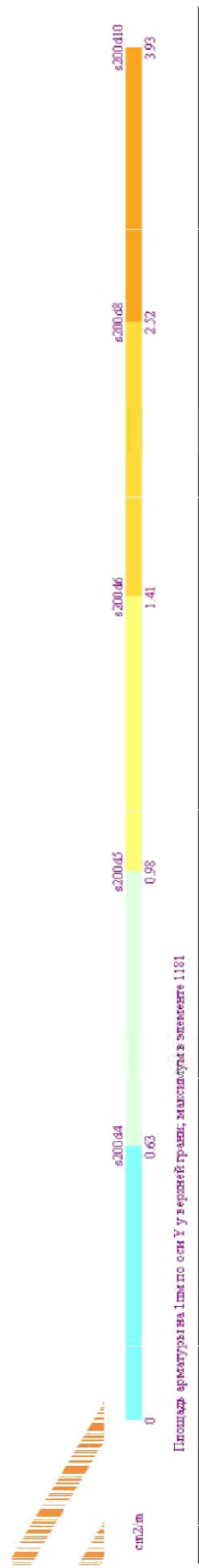
Верхнее армирование по X





Нижнее армирование по Y

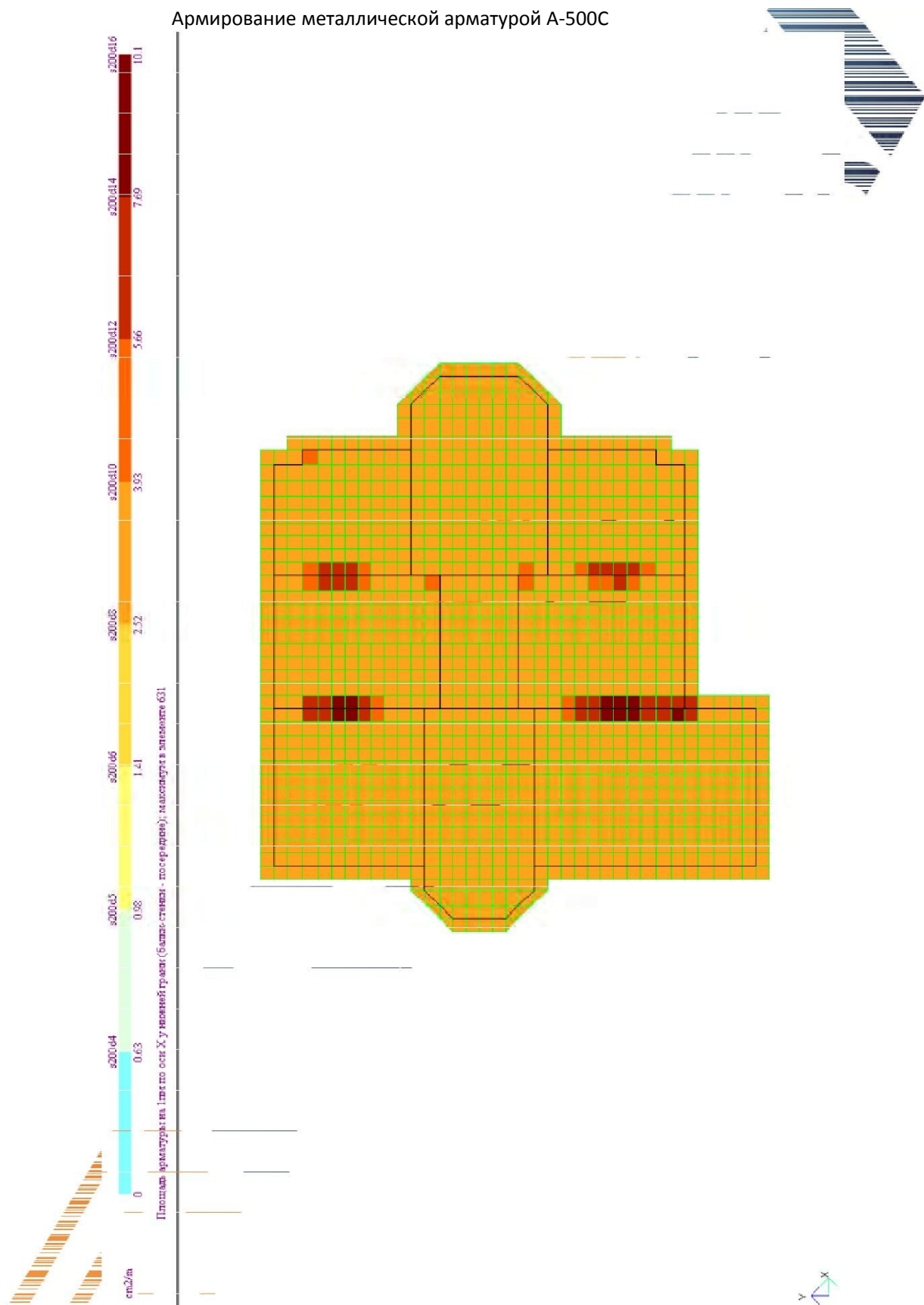






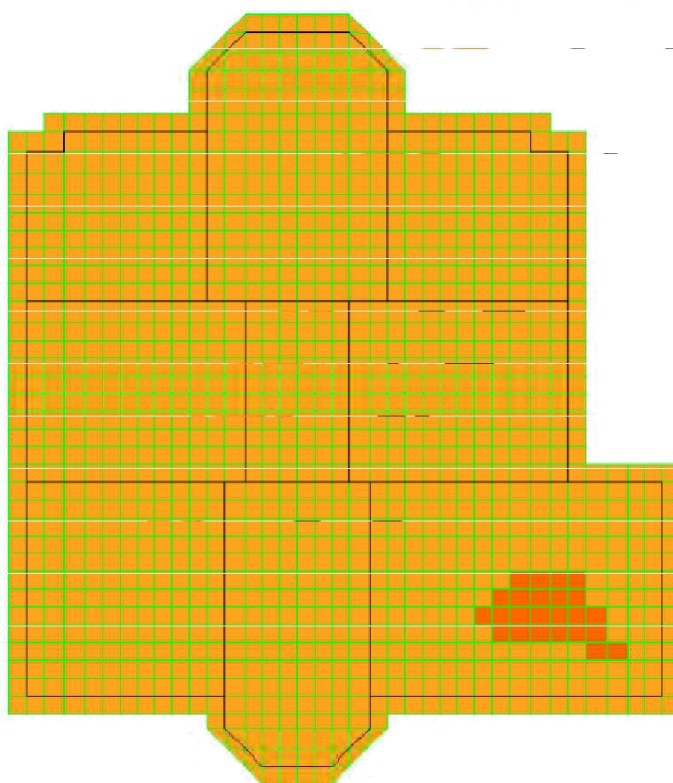
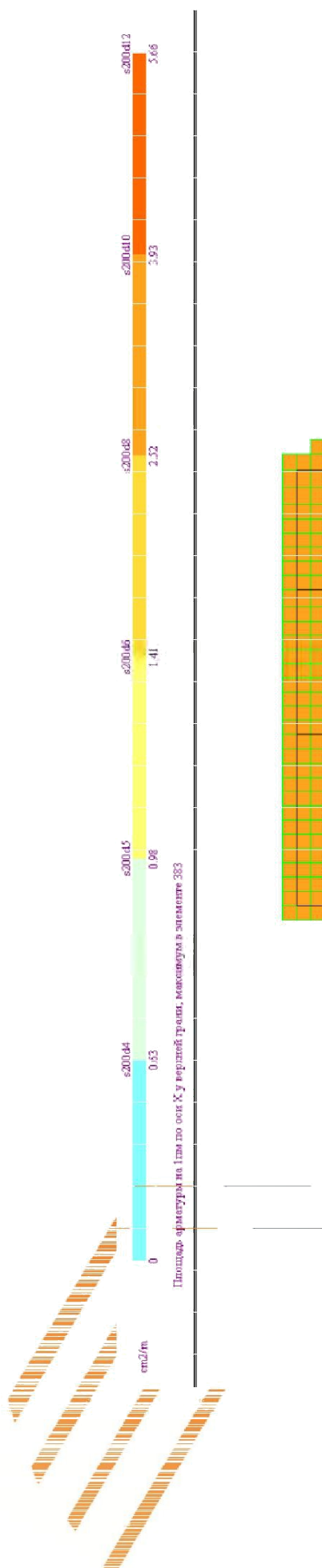
Верхнее армирование по Y

Армирование металлической арматурой А-500С



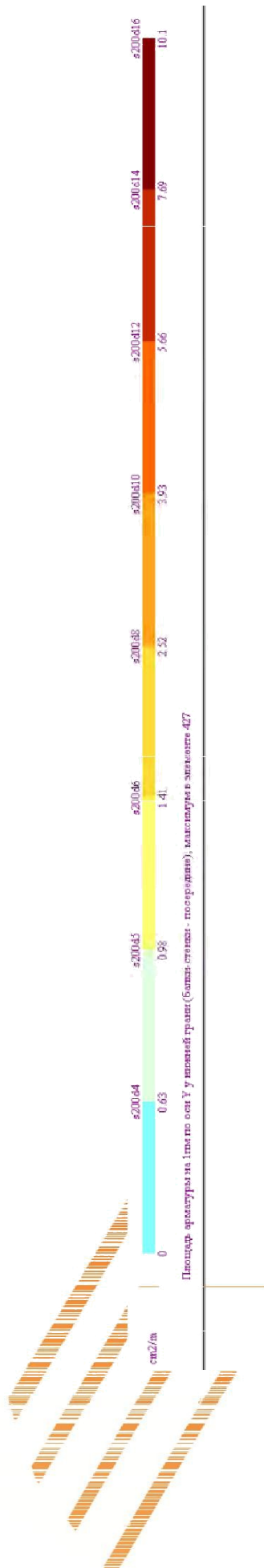


Нижнее армирование по X

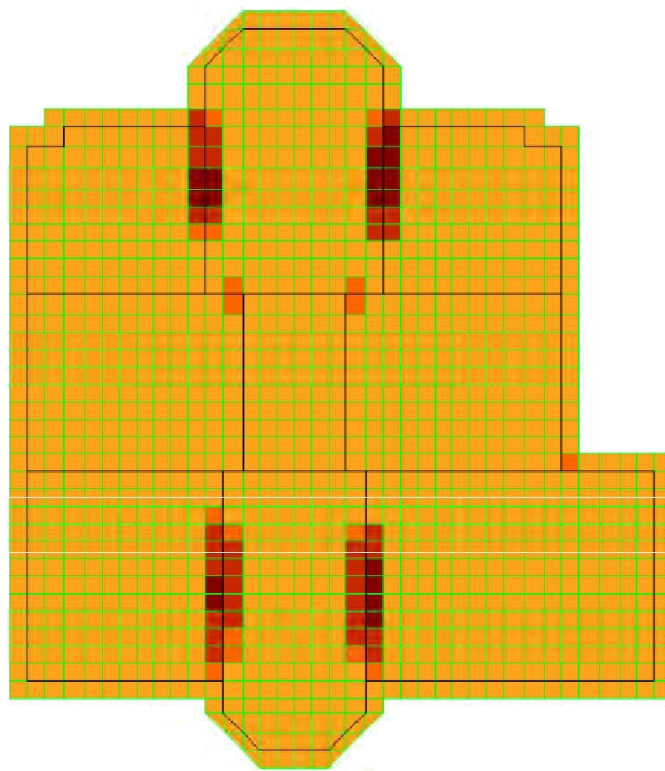


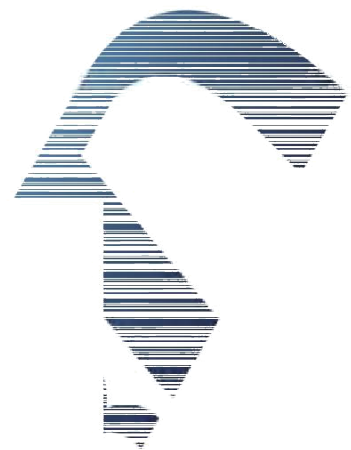
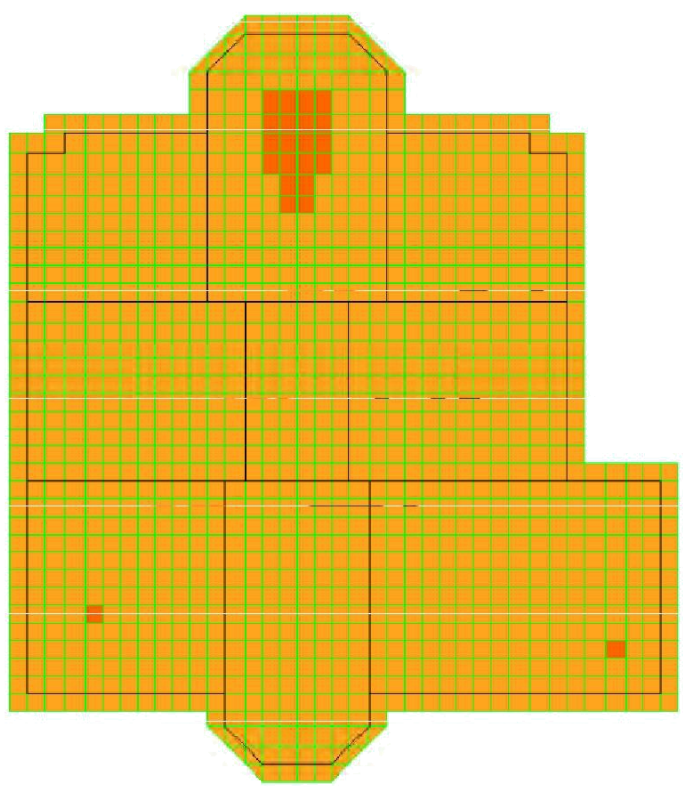
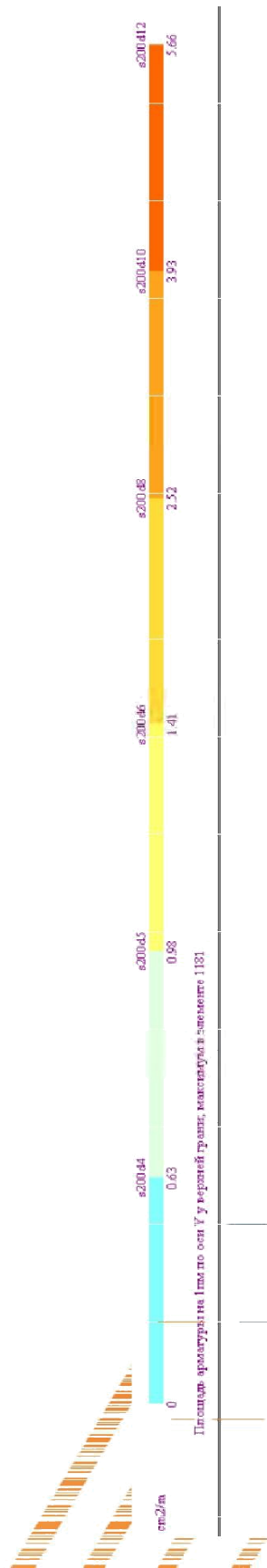
Верхнее армирование по X





Нижнее армирование по Y







Верхнее армирование по Y

Из расчета видно, что основное верхнее и нижнее армирование для стеклопластиковой арматуры – 8 АКС с шагом 200 мм. Дополнительно необходимо установить нижнюю арматуру под стенами и верхнюю арматуру между стенами - 8 АКС с шагом 200 мм.

Для металлической арматуры – основное верхнее и нижнее армирование – 12 с шагом 200. Дополнительно необходимо установить нижнюю арматуру под стенами – 12 с шагом 200 мм.

Сравнительный анализ по ценам

Металлическая арматура				Стеклопластиковая арматура			
Ø	Длина, м	Вес, кг	Цена из условия 26 000 руб./т	Ø	Длина, м	Вес, кг	Цена (розничная)
12	3 500	3 115	80 990	8	3 500	280	66 500

Примечание. В таблице даны длины только основной арматуры, не учтены перехлесты, поперечная соединительная арматура и поддерживающие каркасы.

Как видно из таблицы, стальная арматура тяжелее композитной в 11 раз. Для её транспортировки и проведения погрузочно-разгрузочных работ потребуется спецтехника, а это влечет дополнительные затраты. Также стоит учесть, что крупногабаритный транспорт не всегда сможет доехать прямо до участка строительства.

Композитная арматура до АКС 10 (включительно) поставляется в бухтах длиной до 300 м (стандартная длина 100 м), диаметром 1-1,6 м, вес стометровой бухты АКС 8 составит всего 8 кг. Для транспортировки можно использовать легковые автомобили или легко тоннажные автомобили марки ГАЗЕЛЬ.



ООО «Вернисаж» официальный дилер ООО НПК «Армастек» в Саратовской и Волгоградской областях

Адрес: г. Саратов, ул. Огородная, д. 162

Телефон: (8452) 49 59 59

E-mail: armatura64@mail.ru

Web-сайт: www.saratov-armatura.ru