

Ленинградская область, Подпорожский район, г. Подпорожье, ул. Свирская, д.62

РАБОЧАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Устройство навесной фасадной системы с воздушным зазором "Вектор-1"  
Облицовка керамогранитными плитами

13-05-2021-НВФ

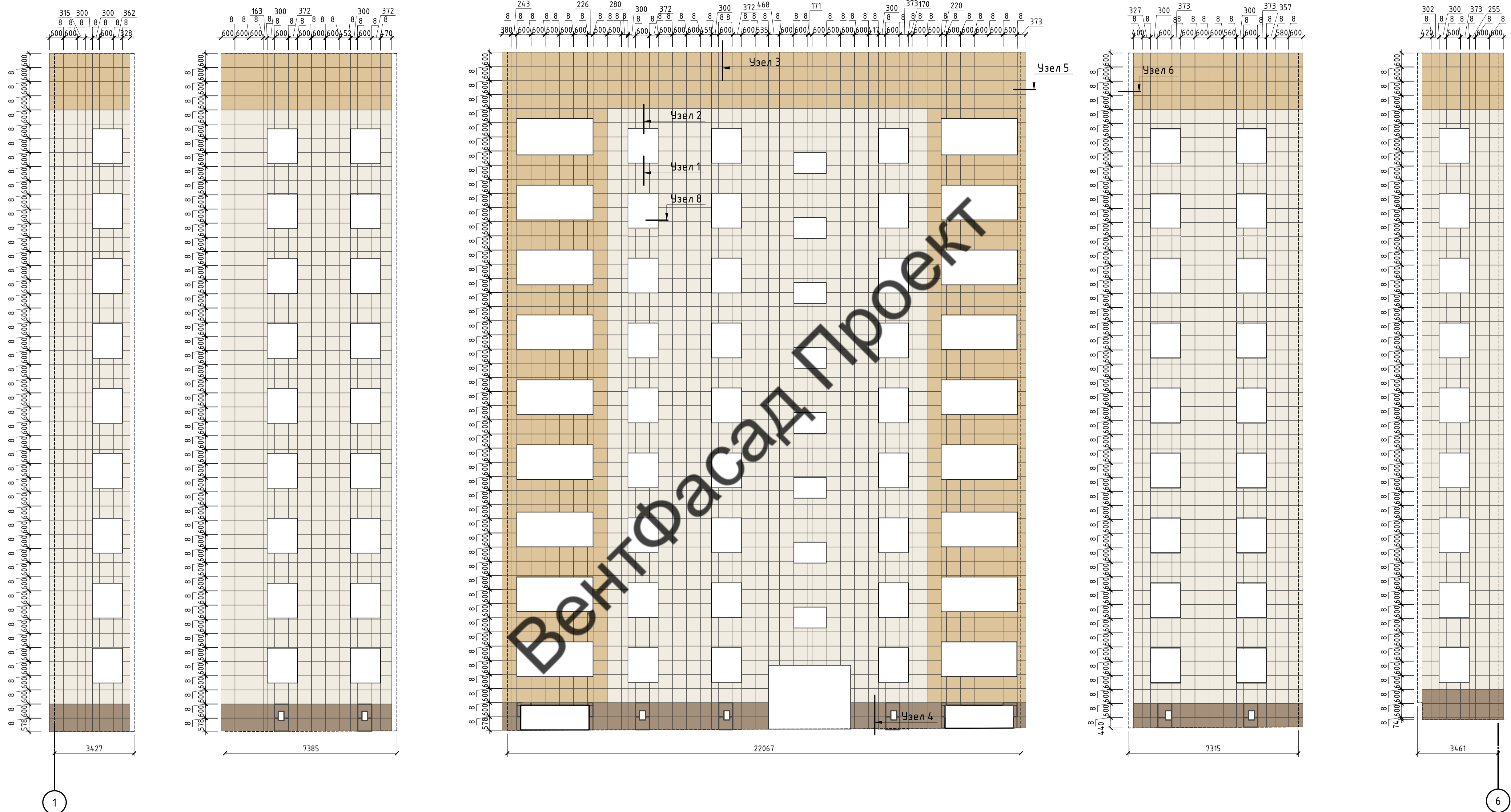
Санкт-Петербург 2021г.

Согласовано			
Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	

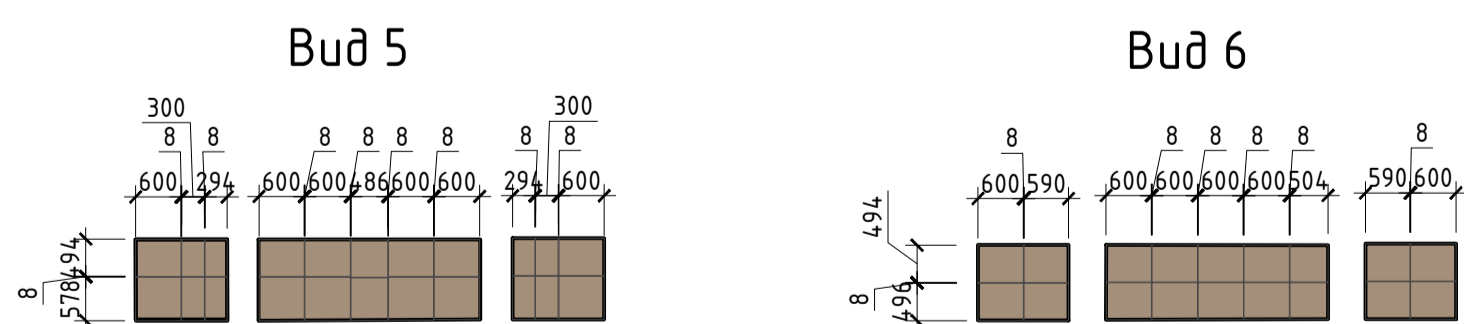




Фасад 1 - 6



План-схема



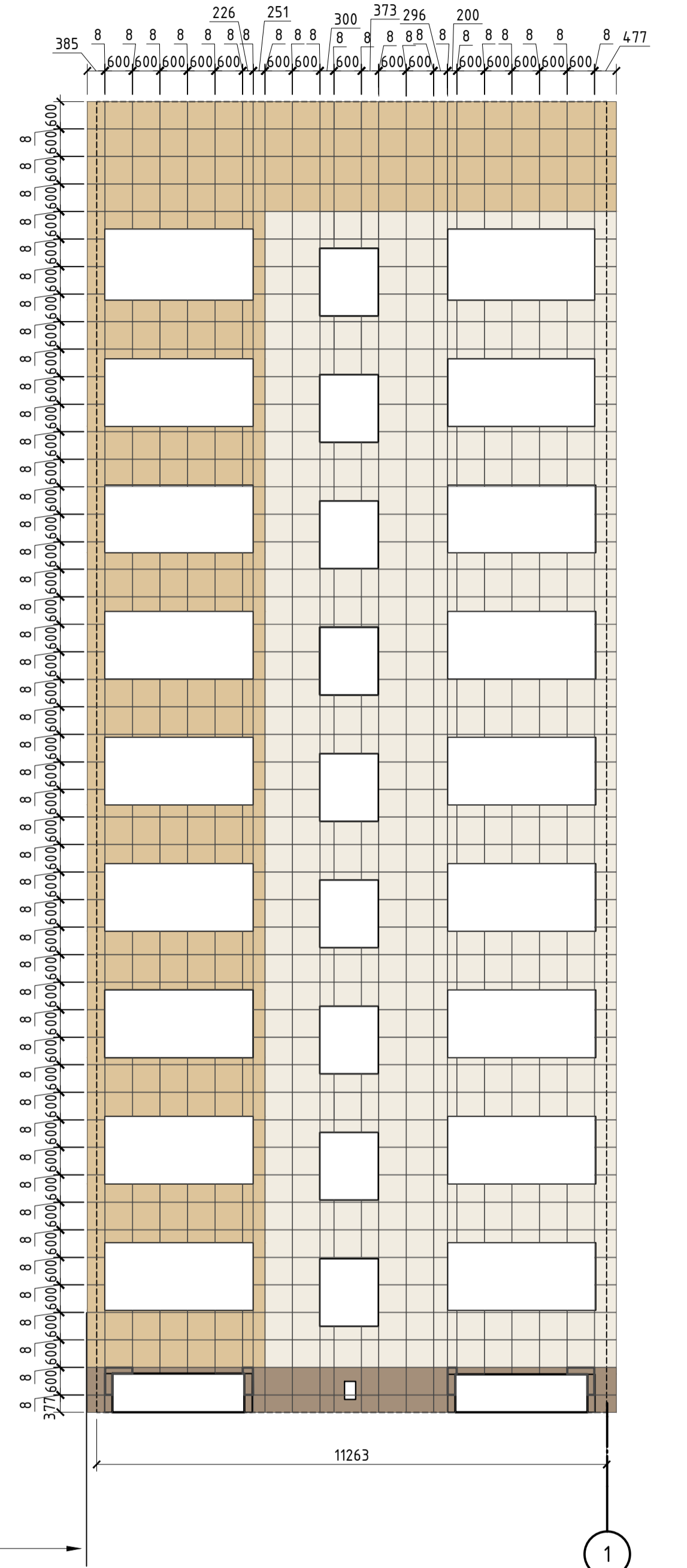
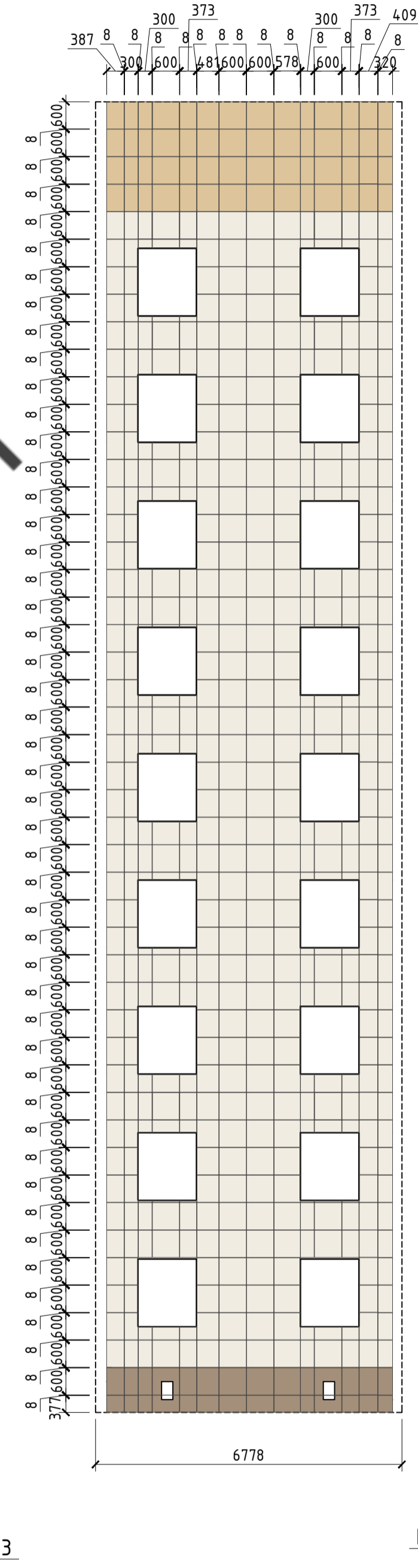
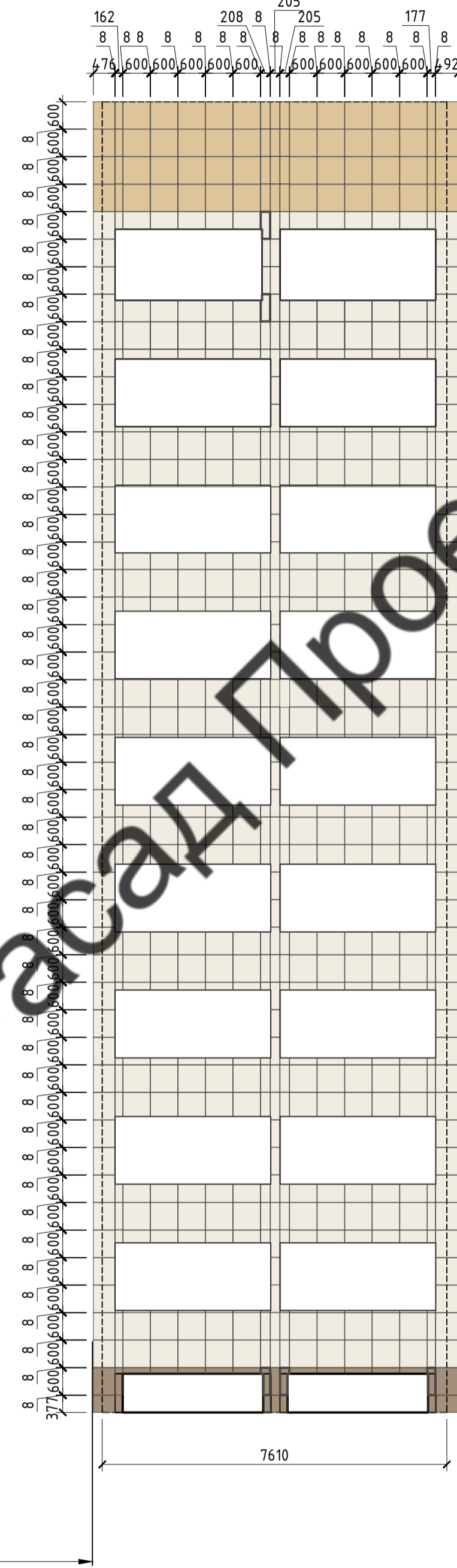
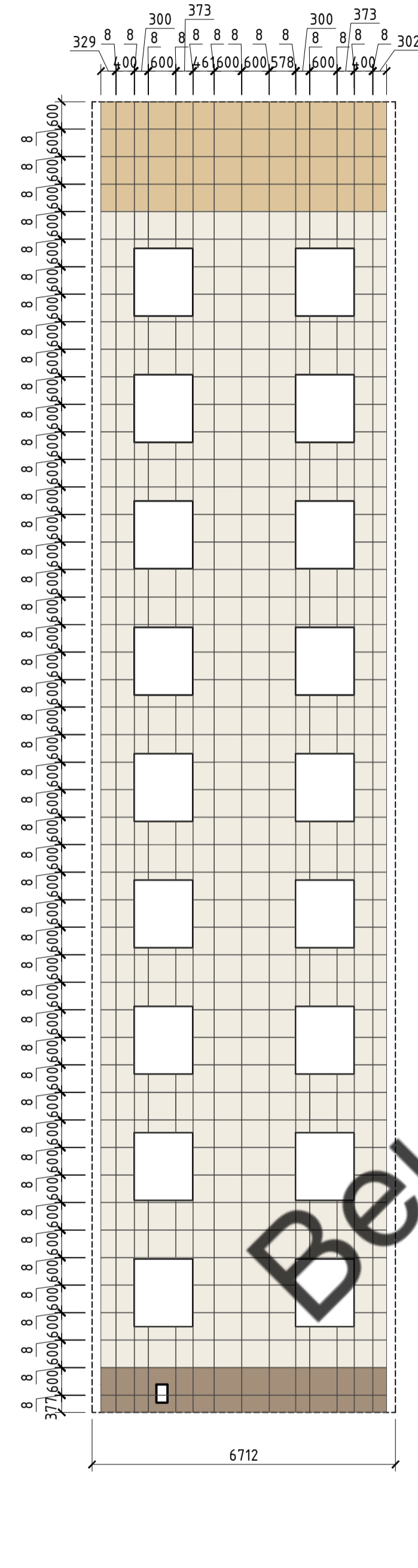
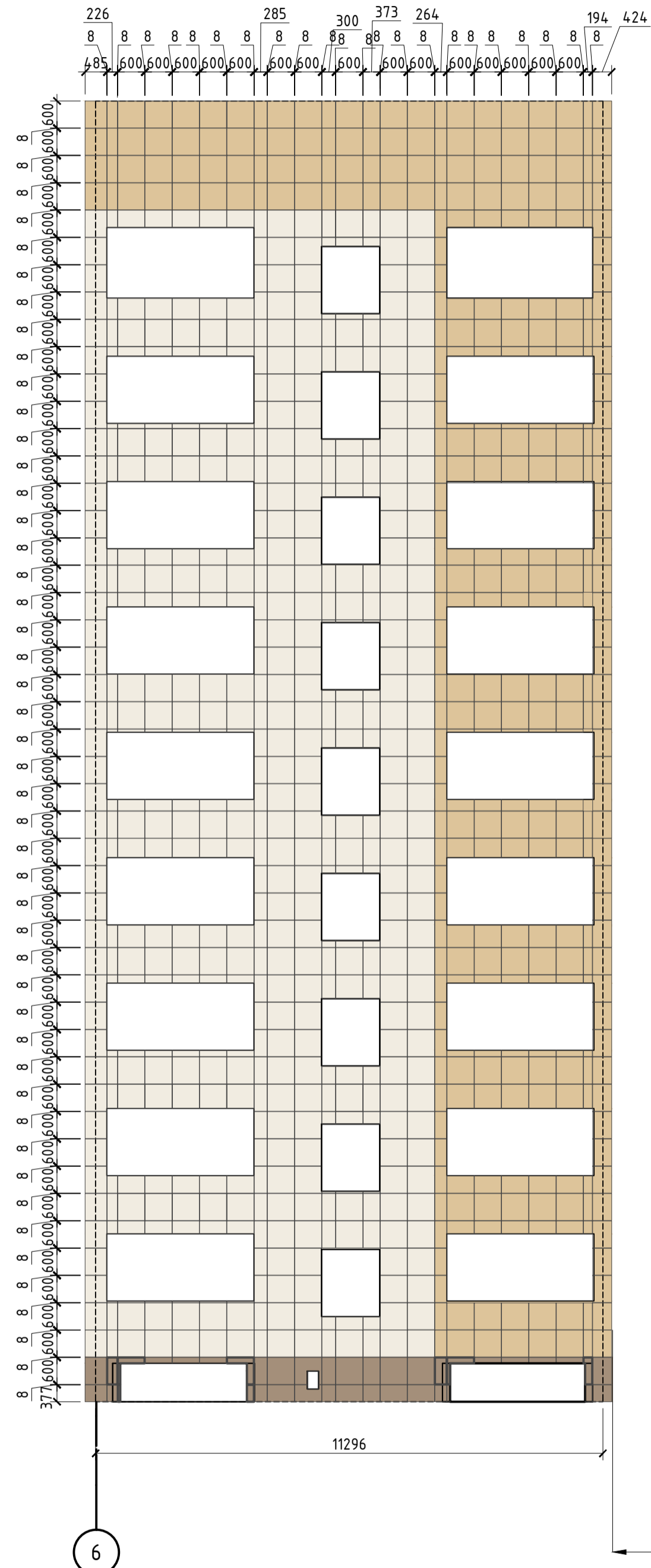
Условные обозначения

- Керамогранит Уральский гранит UF 001 MR (RAL 9010)  
Керамогранит ESTIMA ST-17
- Керамогранит Уральский гранит UF 035 MR (RAL 1014)  
Керамогранит ESTIMA YC-14
- Керамогранит Уральский гранит UF 005 MR (RAL 1019)  
Керамогранит ESTIMA RW-041

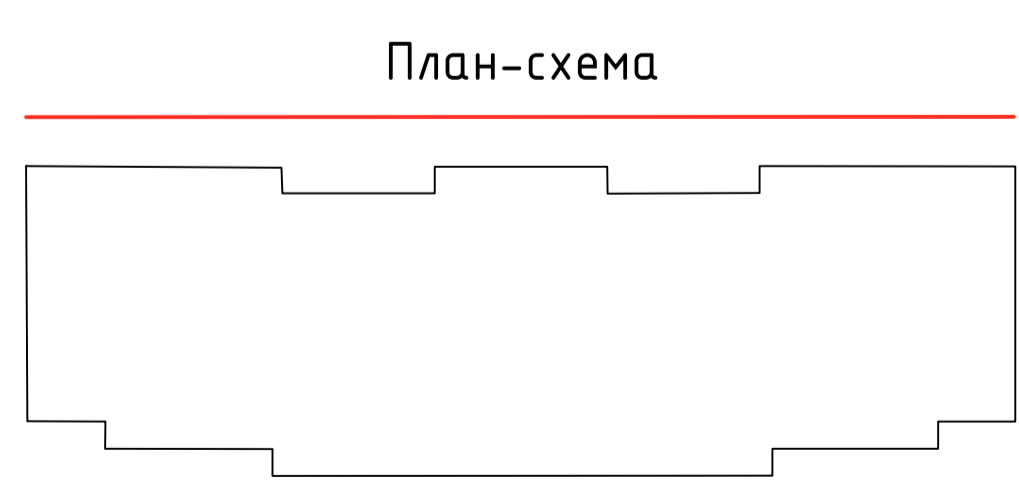
- Примечание:
1. Величина вертикальных швов и горизонтальных в 2мм
  2. Размеры меньше 600х600мм уточнить по месту
  3. Разметку фасадов вести соблюдая горизонталь швов боковых фасадов
  4. Раснапривать совместно с чертежами планов, разрезов, узлов

				13-05-2021-НВФ		
				Ленинградская область, Подпорожский район, г. Подпорожье, ул. Свирская, 8.62		
Изм.	Кол. ф.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	
Разработал	Рецкий С.А.					Устройство навесного вентилируемого фасада
Проверил	Некрасов С.А.					
				Цветовое решение, раскладка плит облицовки. Фасад 1 - 6		Стадия р
						Лист 4
						Листов ВентФасад Проект

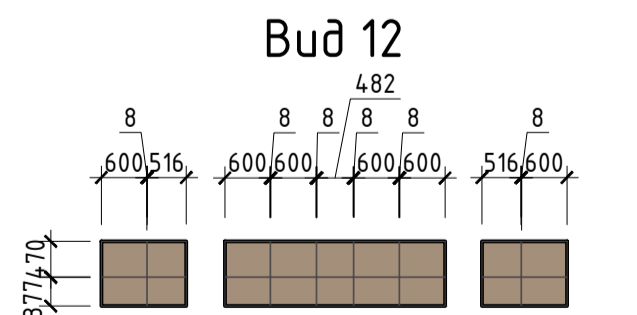
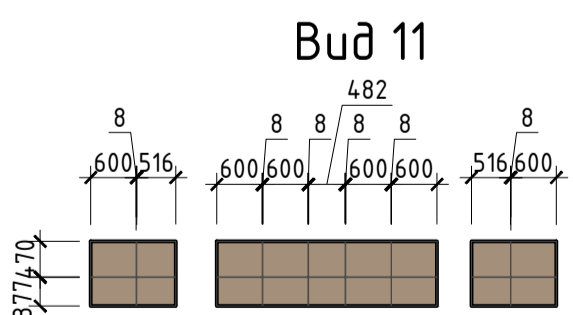
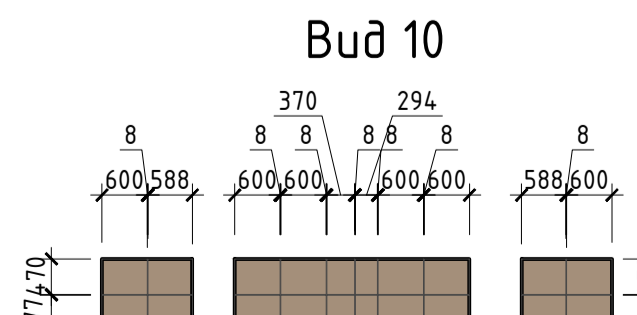
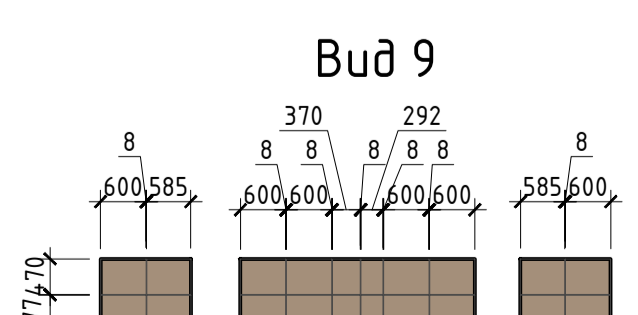
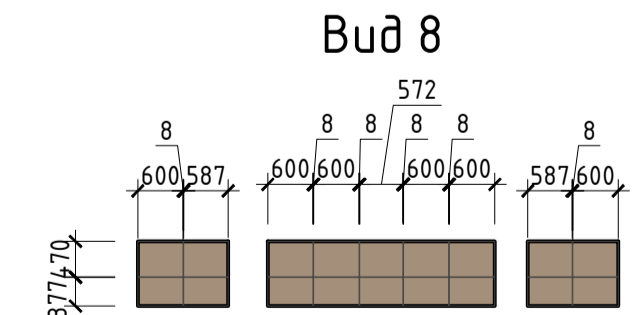
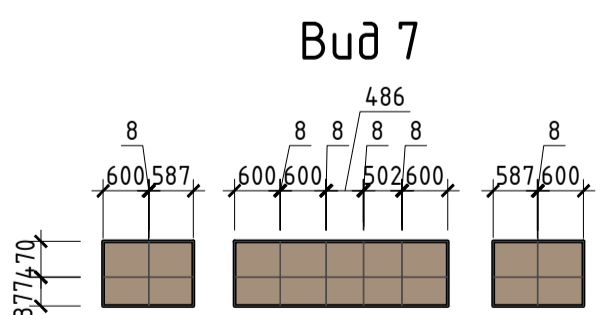
Фасад 6 - 1



ВентФасад Проект



План-схема

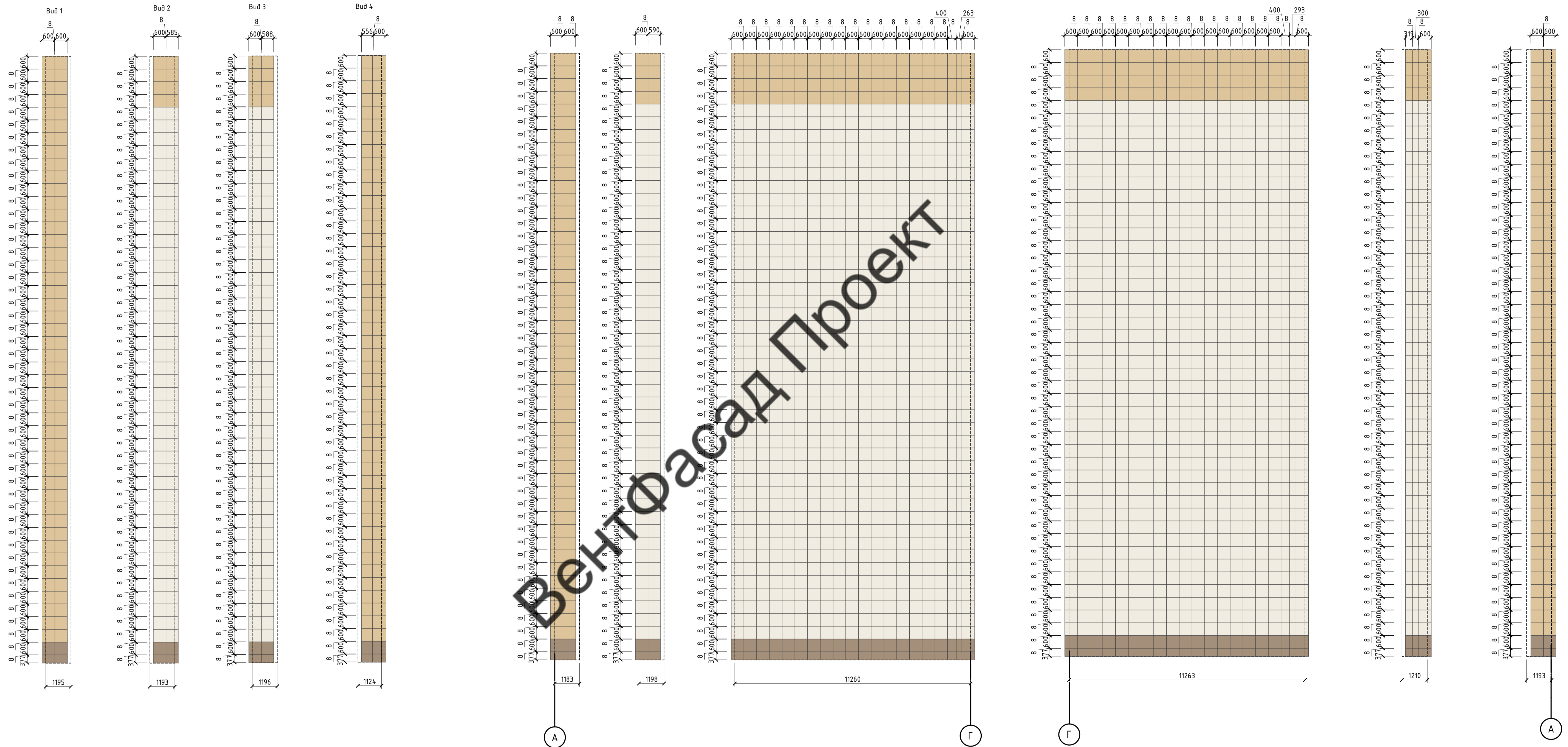


- Условные обозначения**
- Керамогранит Уральский гранит UF 001 MR (RAL 9010)  
Керамогранит ESTIMA ST-17
  - Керамогранит Уральский гранит UF 035 MR (RAL 1014)  
Керамогранит ESTIMA YC-14
  - Керамогранит Уральский гранит UF 005 MR (RAL 1019)  
Керамогранит ESTIMA RW-041

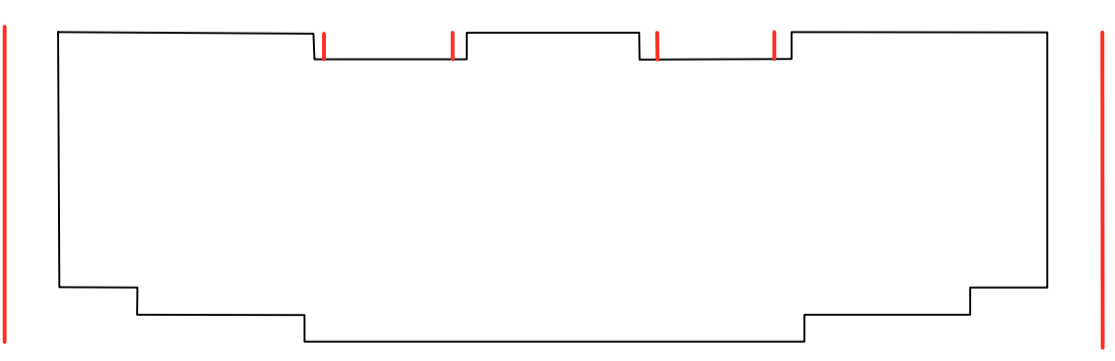
- Примечание:**
1. Величина вертикальных швов и горизонтальных 8 мм
  2. Размеры меньше 600х600мм уточнить по месту
  3. Разметку фасадов вести соблюдая горизонтали швов боковых фасадов
  4. Рассматривать совместно с чертежами планов, разрезов, узлов

13-05-2021-НВФ			
Ленинградская область, Подпорожский район, г. Подпорожье, ул. Свирская, 8.62			
Изм.	Кол. чл.	Лист	№ док
Разработал	Рецензий	№	Дата
Проверил	Некрасов С.А.		
Устройство навесного вентилируемого фасада			Стадия
Цветовое решение, раскладка плит облицовки. Фасад 6 - 1			Лист
			Листов
			р
			5
			ВентФасад Проект

Фасад А - Г, Г - А



План-схема



Условные обозначения

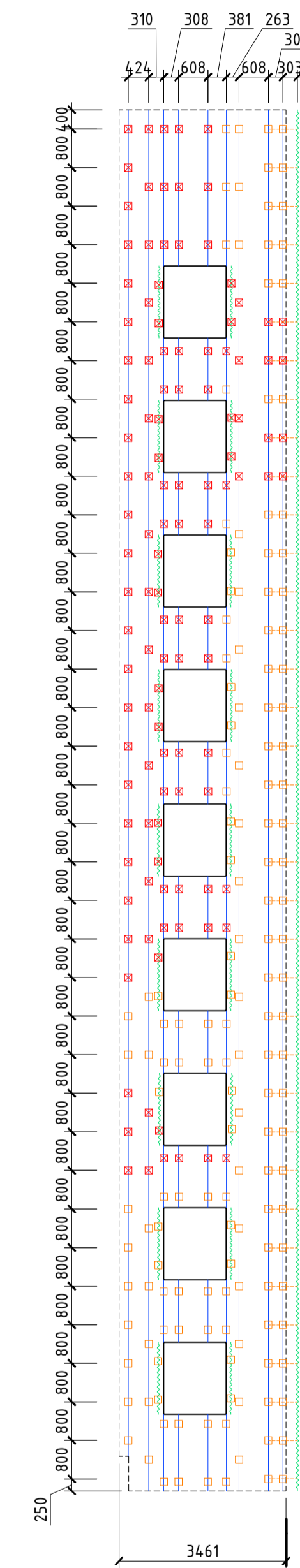
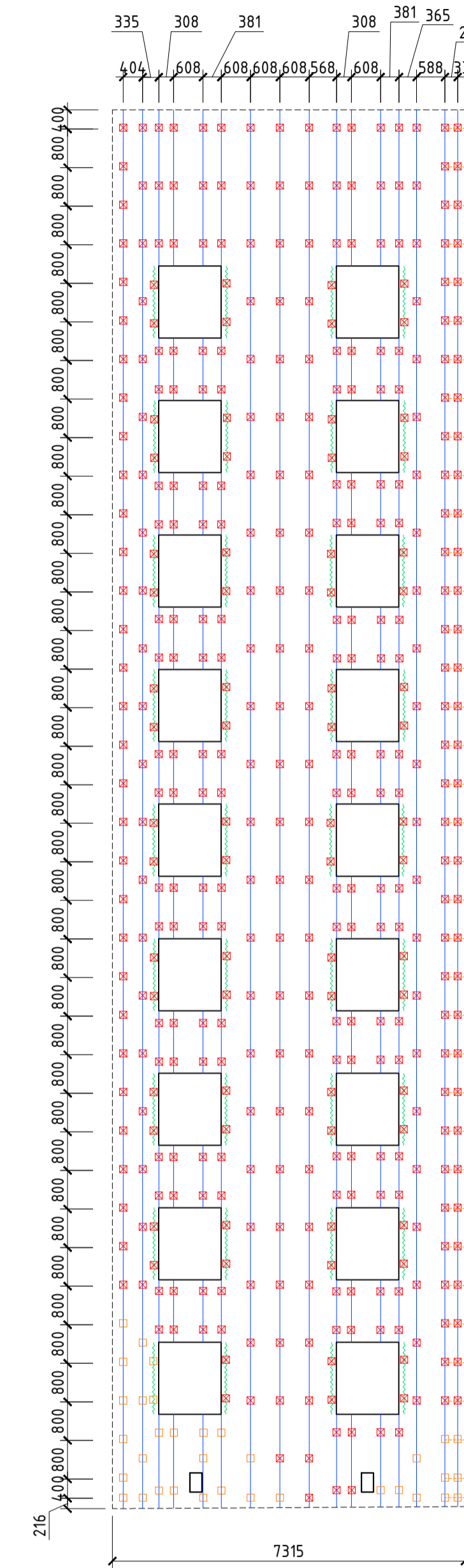
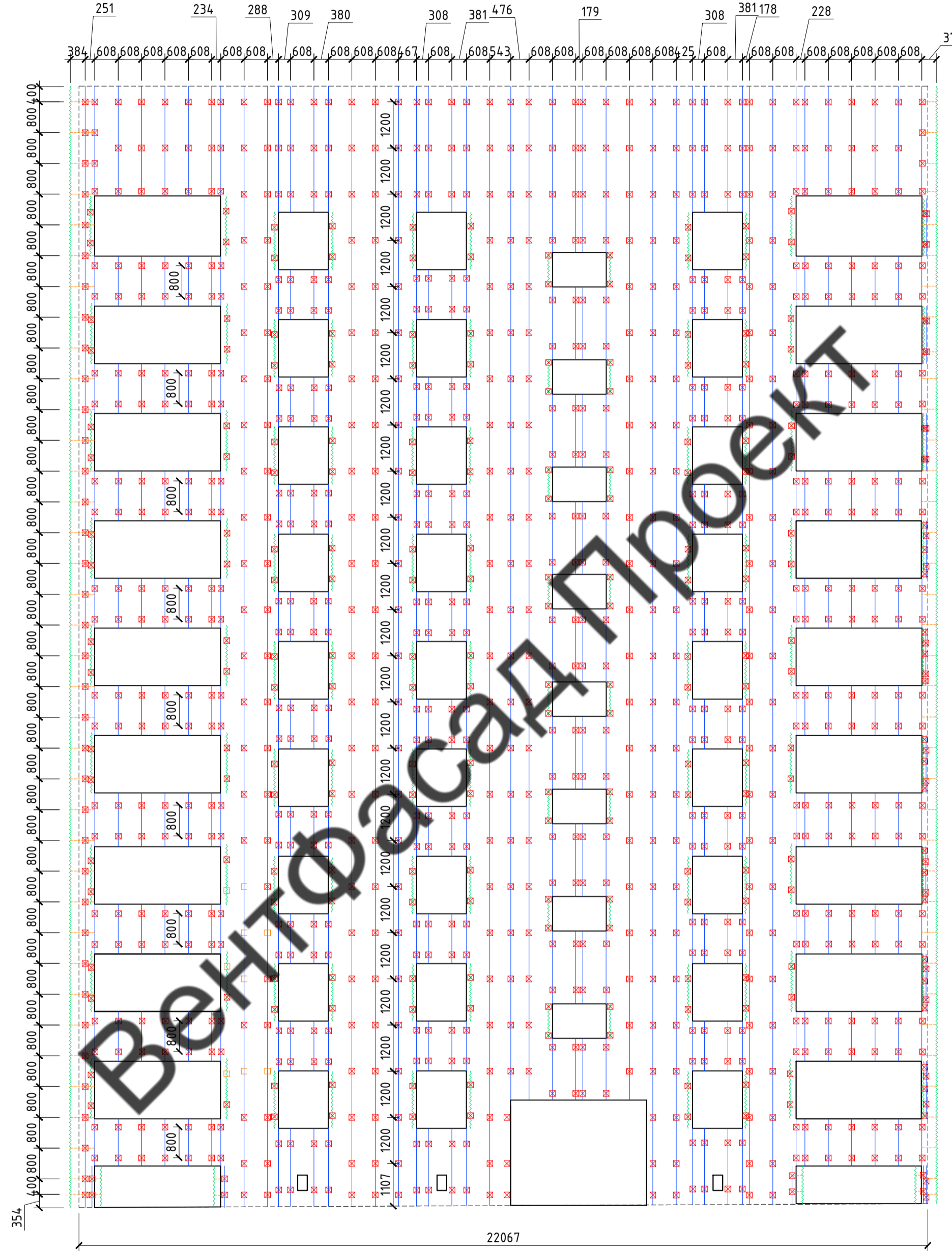
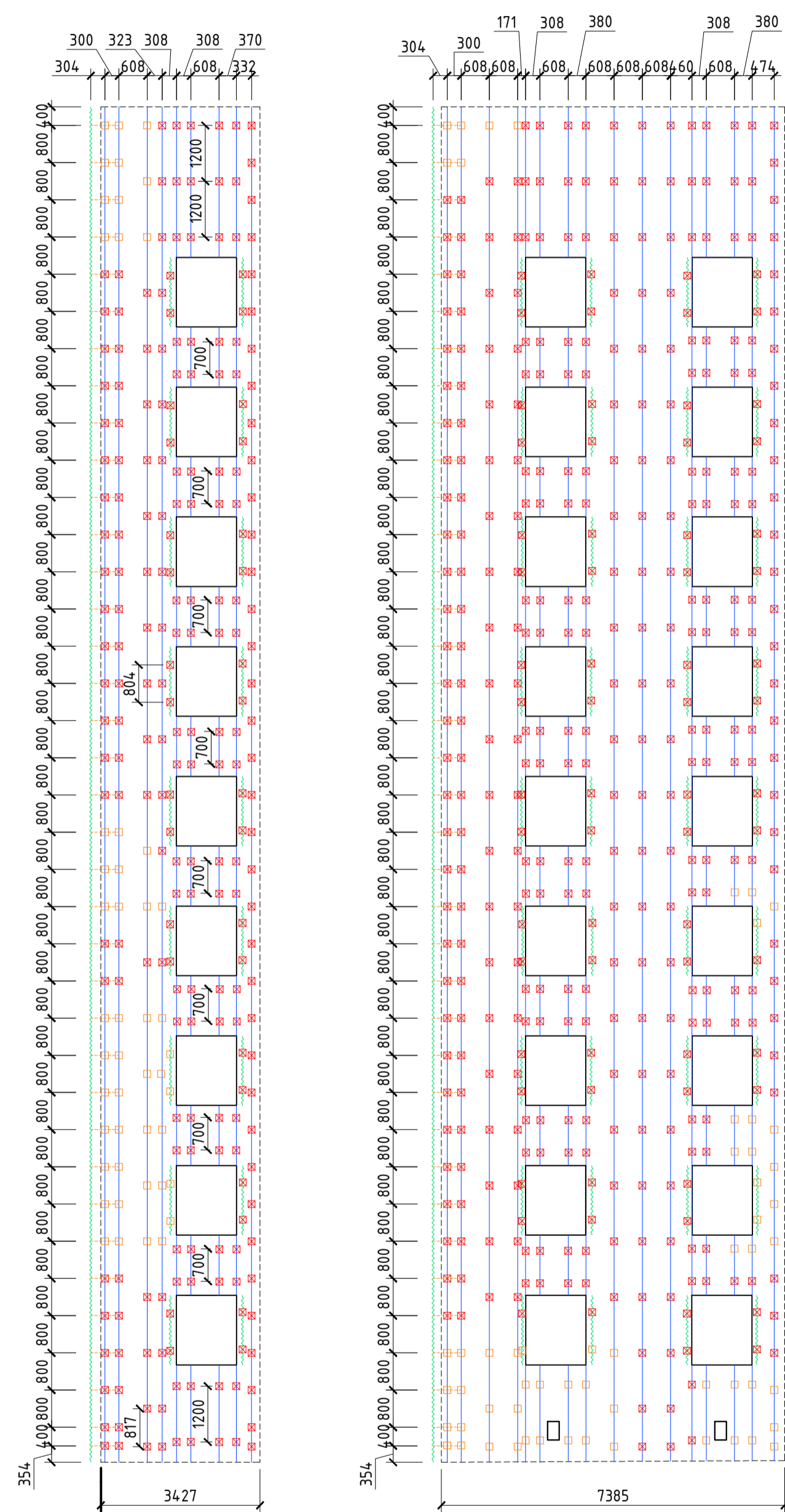
- Керамогранит Уральский гранит UF 001 MR (RAL 9010)  
Керамогранит ESTIMA ST-17
- Керамогранит Уральский гранит UF 035 MR (RAL 1014)  
Керамогранит ESTIMA YC-14
- Керамогранит Уральский гранит UF 005 MR (RAL 1019)  
Керамогранит ESTIMA RW-041

- Примечание:
1. Величина вертикальных швов и горизонтальных 8 2мм
  2. Размеры меньше 600х600мм уточнить по месту
  3. Разметку фасадов вести соблюдая горизонтали швов боковых фасадов
  4. Рассматривать совместно с чертежами планов, разрезов, узлов

Согласовано	
Изд. № подл.	
Подпись и дата	
Взам. инв. №	

13-05-2021-НВФ					
Ленинградская область, Подпорожский район, г. Подпорожье, ул. Свирская, 8.62					
Изм.	Кол. ф.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Разработал	Реуцкий С.А.				
Проверил	Некрасов С.А.				
Устройство навесного вентилируемого фасада			Стадия	Лист	Листов
Цветовое решение, раскладка плит облицовки. Фасад А - Г, Г - А			р	6	
			ВентФасад Проект		

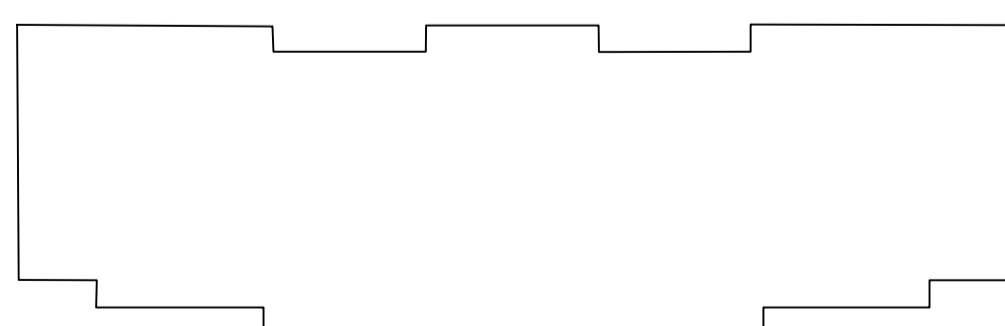
Фасад 1 - 6



1

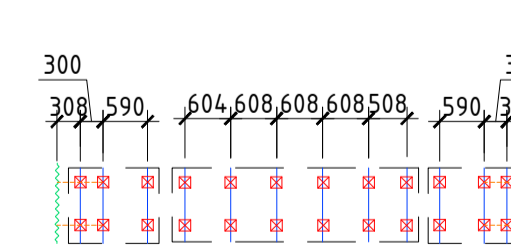
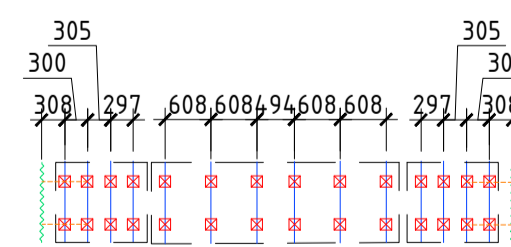
6

План-схема



Вид 5

Вид 6



Условные обозначения

- ☒ Кронштейн KP2-70-150 + Удлинитель УК-70-1,2-100
- Кронштейн KP2-70-150
- Профиль ГО 60-40
- Профиль ГО 40-40
- Полка цельная ПУ 1-1,2

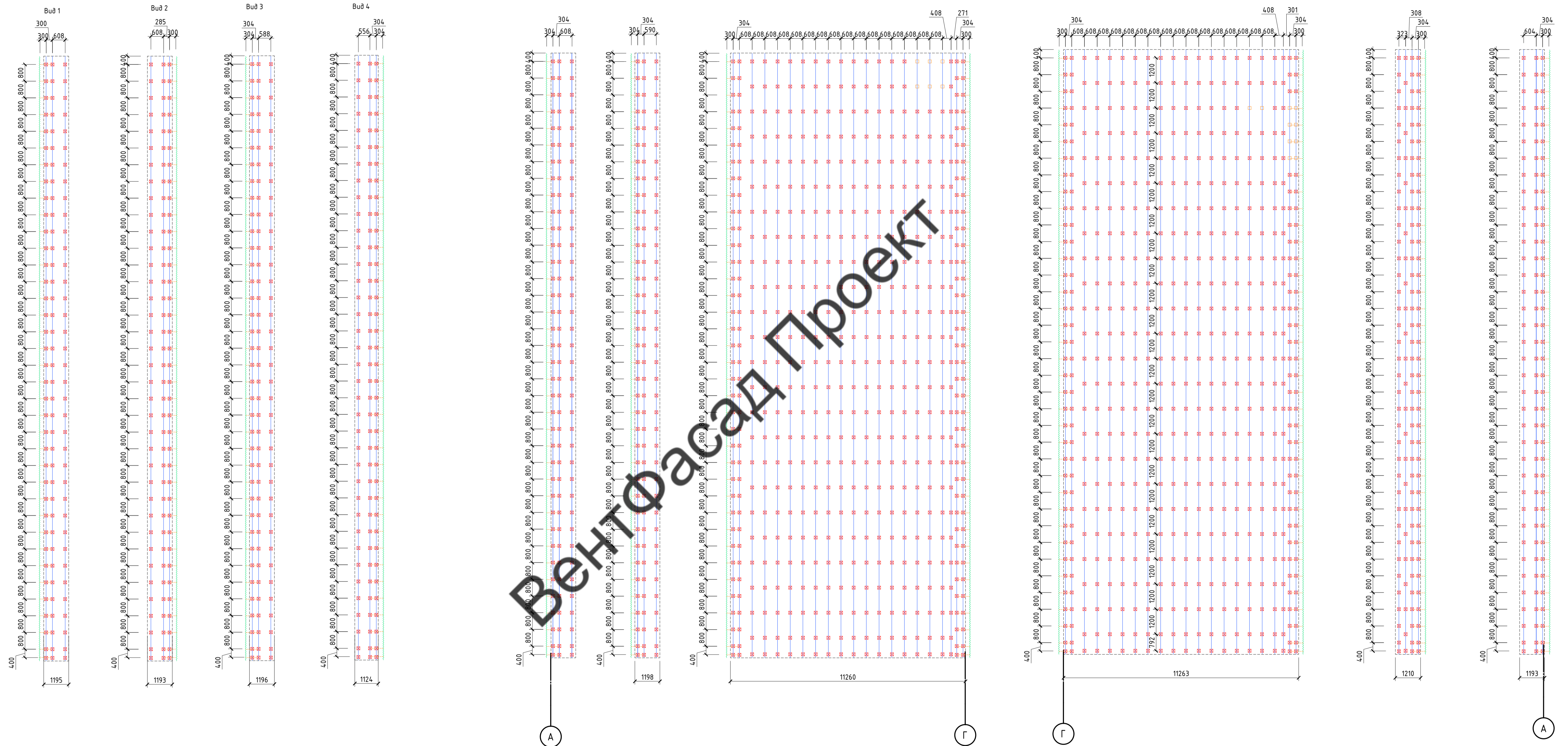
Примечание:  
 1. Между направляющими оставить зазоры 10-2мм для температурного расширения  
 2. Размеры направляющих требующих подрезки уточнить на месте  
 3. Рассматривать совместно с чертежами планов, разрезов, узлов

13-05-2021-НВФ				
Ленинградская область, Подпорожский район, г. Подпорожье, ул. Свирская, 8.62				
Изм.	Кол. чл.	Лист	№ док.	Подп.
Разработал	Рецензий	С.А.		
Проверил	Некрасов	С.А.		
Устройство навесного вентилируемого фасада			Стадия	Лист
Раскладка подсистемы. Фасад 1 - 6			р	7
				Листов
				ВентФасад Проект





Фасад А - Г, Г - А

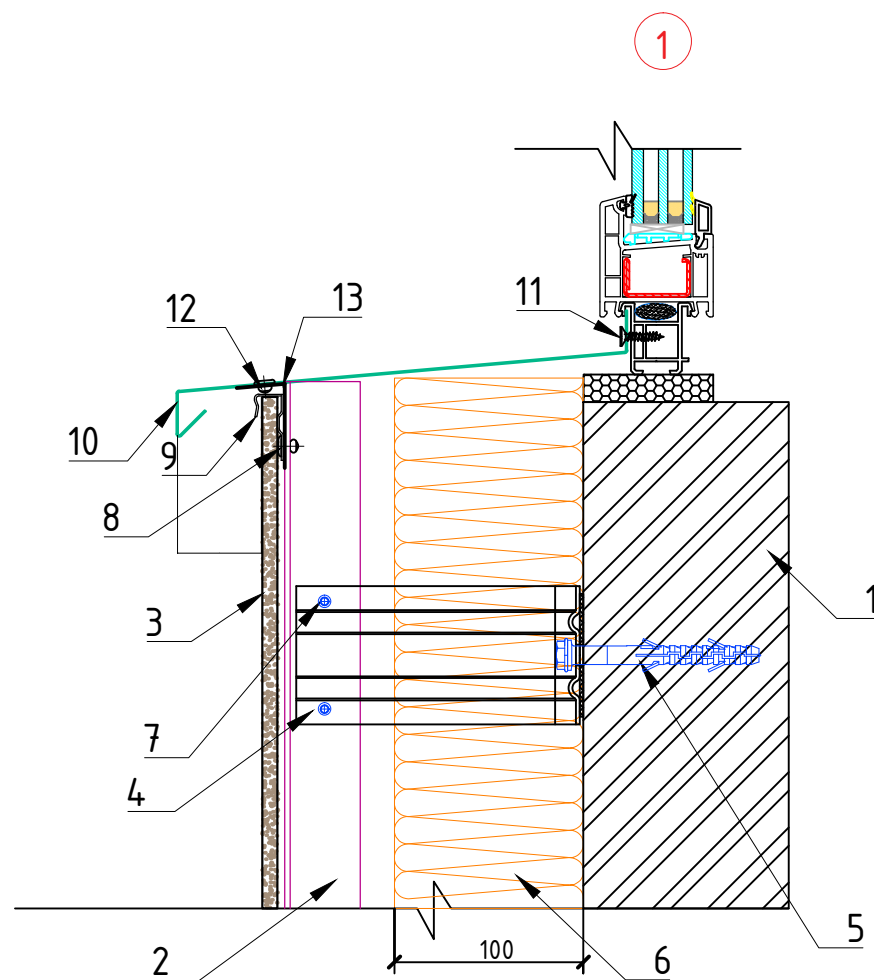


Условные обозначения

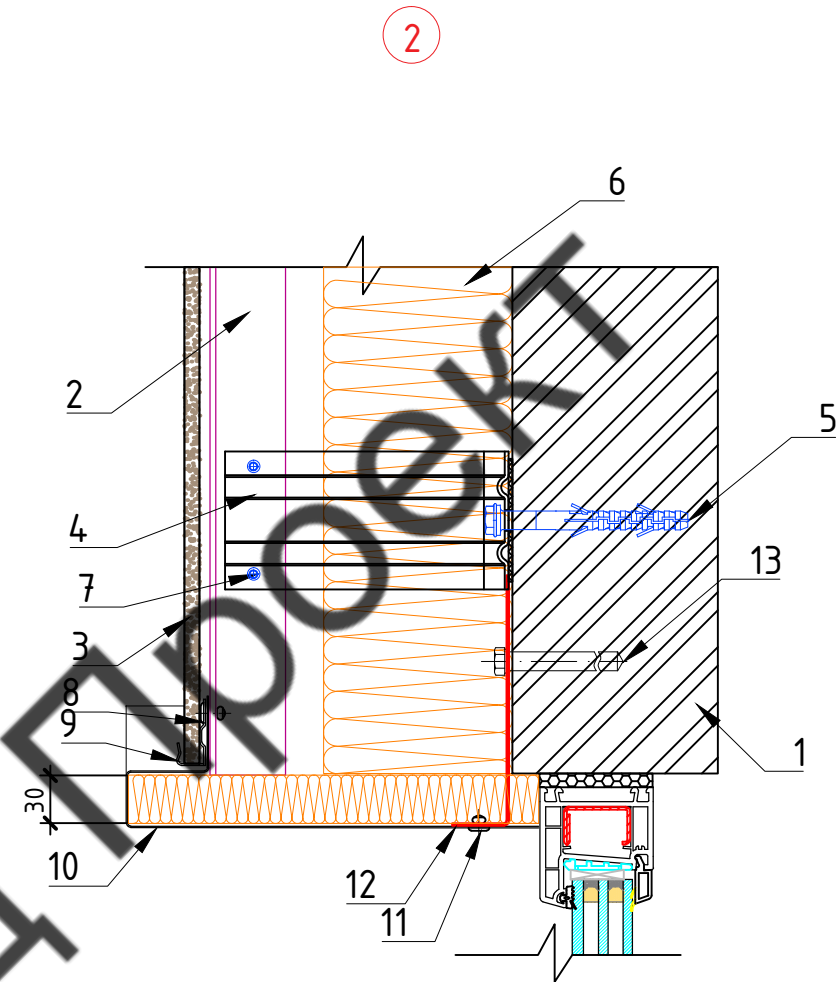
- Кронштейн КР2-70-150 + Удлинитель УК-70-1,2-100
- Кронштейн КР2-70-150
- Профиль ГО 60-40
- Профиль ГО 40-40
- Палка узловая ПУ 1-1,2

- Примечание:  
 1. Между направляющими оставить зазоры 10 мм для температурного расширения  
 2. Размеры направляющих требующих подрезки уточнить по месту  
 3. Рассматривать совместно с чертежами планов, разрезов, узлов

13-05-2021-НВФ					
Ленинградская область, Подпорожский район, г. Подпорожье, ул. Свирская, 8.62					
Изм.	Кол. чл.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Разработал	Резцкий С.А.				
Проверил	Некрасов С.А.				
Устройство навесного вентилируемого фасада				Стадия	Лист
Раскладка подсистемы. Фасад А-Г, Г-А				р	9
				ВентФасад Проект	



- 1 - Основание
- 2 - Направляющая вертикальная ГП-60-40-1.2
- 3 - Керамогранит
- 4 - Кронштейн КР2-70-150
- 5 - Анкер (по результатам испытаний)
- 6 - Утеплитель минераловатный
- 7 - Заклепка 4x8
- 8 - Заклепка 4x10
- 9 - Кляммер
- 10 - Оцинкован. сталь с полимерн.окраской, 0.5мм
- 11 - Саморез ПШС 4.2x19
- 12 - Заклепка 4x8 окрашенная
- 13 - Уголок 30x30 оцинк. сталь.



- 1 - Основание
- 2 - Направляющая вертикальная ГП-60-40-1.2
- 3 - Керамогранит
- 4 - Кронштейн КР2-70-150
- 5 - Анкер (по результатам испытаний)
- 6 - Утеплитель минераловатный
- 7 - Заклепка 4x8
- 8 - Заклепка 4x10
- 9 - Кляммер
- 10 - Оцинкован. сталь с полимерн.окраской, 0.5мм
- 11 - Заклепка 4x8 окраш.
- 12 - Оцинкован. сталь, 0.7мм
- 13 - Дюбель-гвоздь 6x60

Согласовано

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

13-05-2021-НВФ

Ленинградская обл., Подпорожский район, г. Подпорожье,  
ул. Свирская, д.62

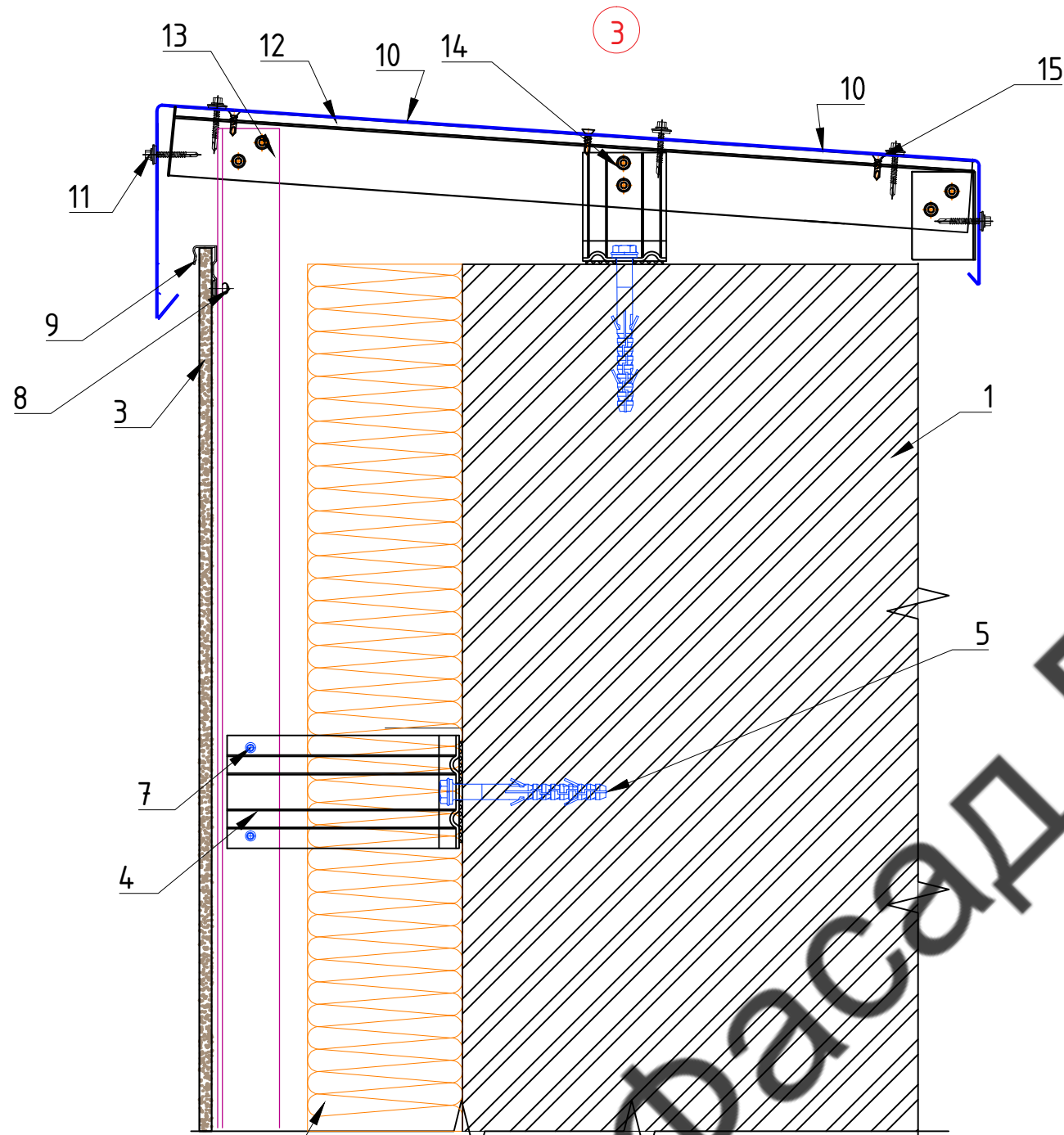
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Устройство наветного вентилируемого  
фасада

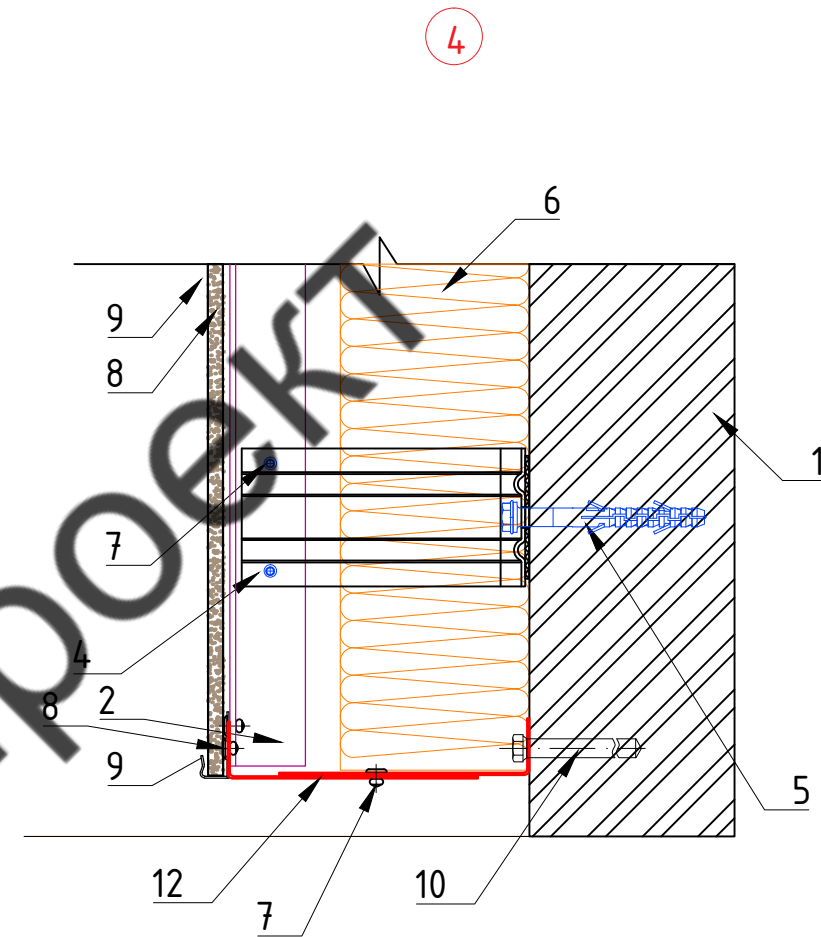
Стадия	Лист	Листов
Р	10	

Узел 1, Узел 2

ВентФасад Проект



- 1 - Основание
- 2 - Направляющая вертикальная ГП-60-40-1.2
- 3 - Керамогранит
- 4 - Кронштейн КР2-70-150
- 5 - Анкер (по результатам испытаний)
- 6 - Утеплитель минераловатный
- 7 - Заклепка 4x8
- 8 - Заклепка 4x10
- 9 - Кляммер
- 10 - Оцинкован. сталь с полимерн.окраской, 0.7мм
- 11 - Саморез 4.8x28
- 12 - Лист ЦСП 10мм
- 13 - Профиль ГП-40-40
- 14 - Кронштейн КР2-70-70
- 15 - Саморез 4.2x25 потайн.



- 1 - Основание
- 2 - Направляющая вертикальная ГП-60-40-1.2
- 3 - Керамогранит
- 4 - Кронштейн КР2-70-150 (КР2-70-100)
- 5 - Анкер (по результатам испытаний)
- 6 - Утеплитель
- 7 - Заклепка 4x8
- 8 - Заклепка 4x10
- 9 - Кляммер
- 10 - Дюбель-гвоздь 6x60
- 11 - Заклепка 4x8 окраш.
- 12 - Оцинкован. сталь, 0.7мм (перфорирован.)

Согласовано

Взам. инв. №

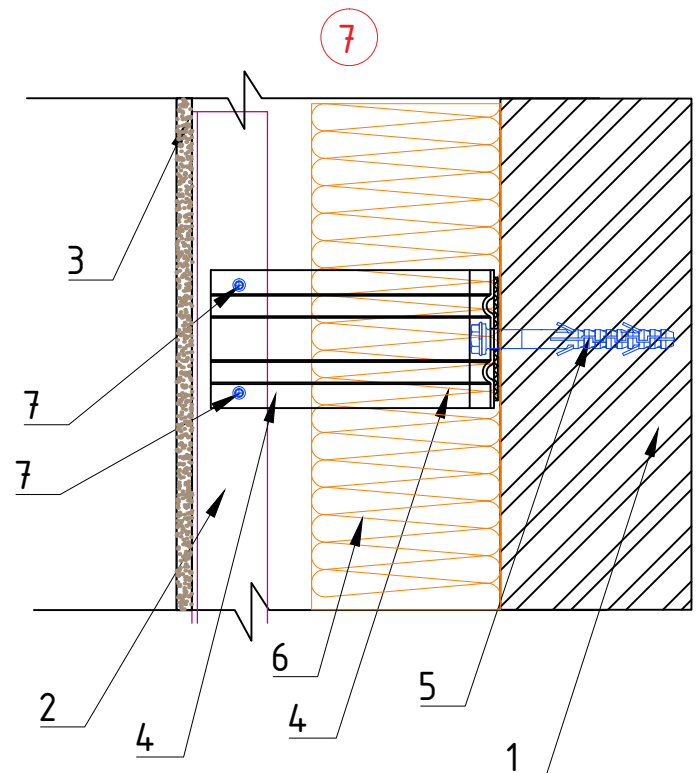
Подпись и дата

Инв. № подл.

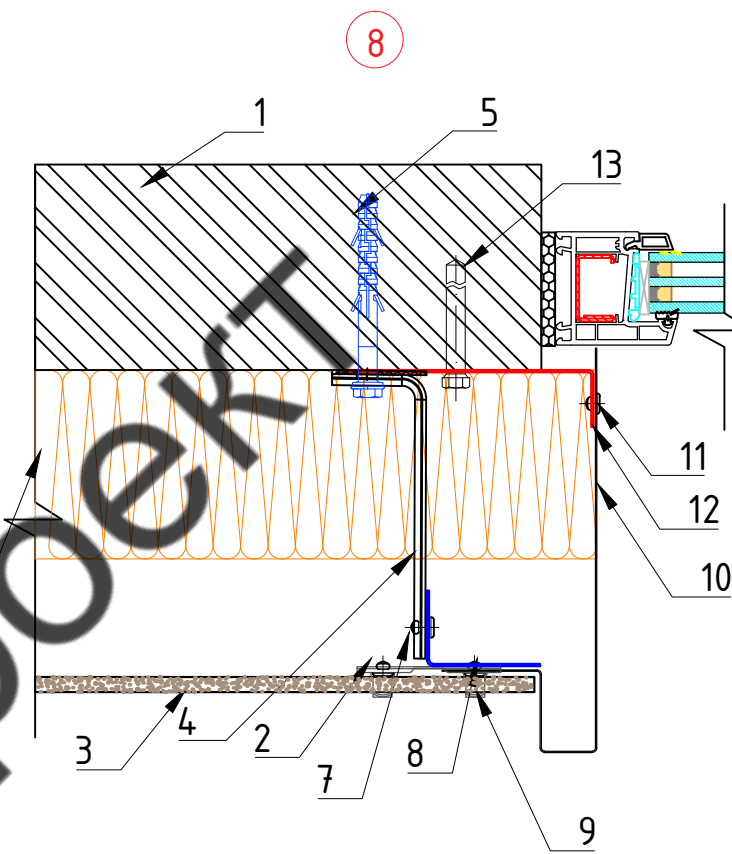
						13-05-2021-НВФ			
						Ленинградская обл., Подпорожский район, г. Подпорожье, ул. Свирская, д.62			
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Устройство навесного вентилируемого фасада	Стадия	Лист	Листов
Разработал	Реуцкий С.А.						Р	11	
Проверил	Некрасов С.А.					Узел 3, Узел 4	ВентФасад Проект		

Формат А3





- 1 - Основание
- 2 - Направляющая вертикальная ГП-60-40-1.2
- 3 - Керамогранит
- 4 - Кронштейн КР2-70-150
- 5 - Анкер (по результатам испытаний)
- 6 - Утеплитель минераловатный
- 7 - Заклепка 4x8
- 8 - Удлинитель УК-70-1.2



- 1 - Основание
- 2 - Направляющая вертикальная ГП-60-40-1.2
- 3 - Керамогранит
- 4 - Кронштейн КР2-70-150
- 5 - Анкер (по результатам испытаний)
- 6 - Утеплитель минераловатный
- 7 - Заклепка 4x8
- 8 - Заклепка 4x10
- 9 - Кляммер
- 10 - Оцинкован. сталь с полимерн.окраской, 0.5мм
- 11 - Заклепка 4x8 окраш.
- 12 - Оцинкован. сталь, 0.7мм
- 13- Дюбель- гвоздь 6x60

ВентФасад Проект

Согласовано					

						13-05-2021-НВФ			
						Ленинградская обл., Подпорожский район, г. Подпорожье, ул. Свирская, д.62			
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата				
Разработал Реуцкий С.А.						Устройство навесного вентилируемого фасада	Стадия	Лист	Листов
Проверил Некрасов С.А.							Р	13	
Узел 7, Узел 8						ВентФасад Проект			



Спецификация материалов

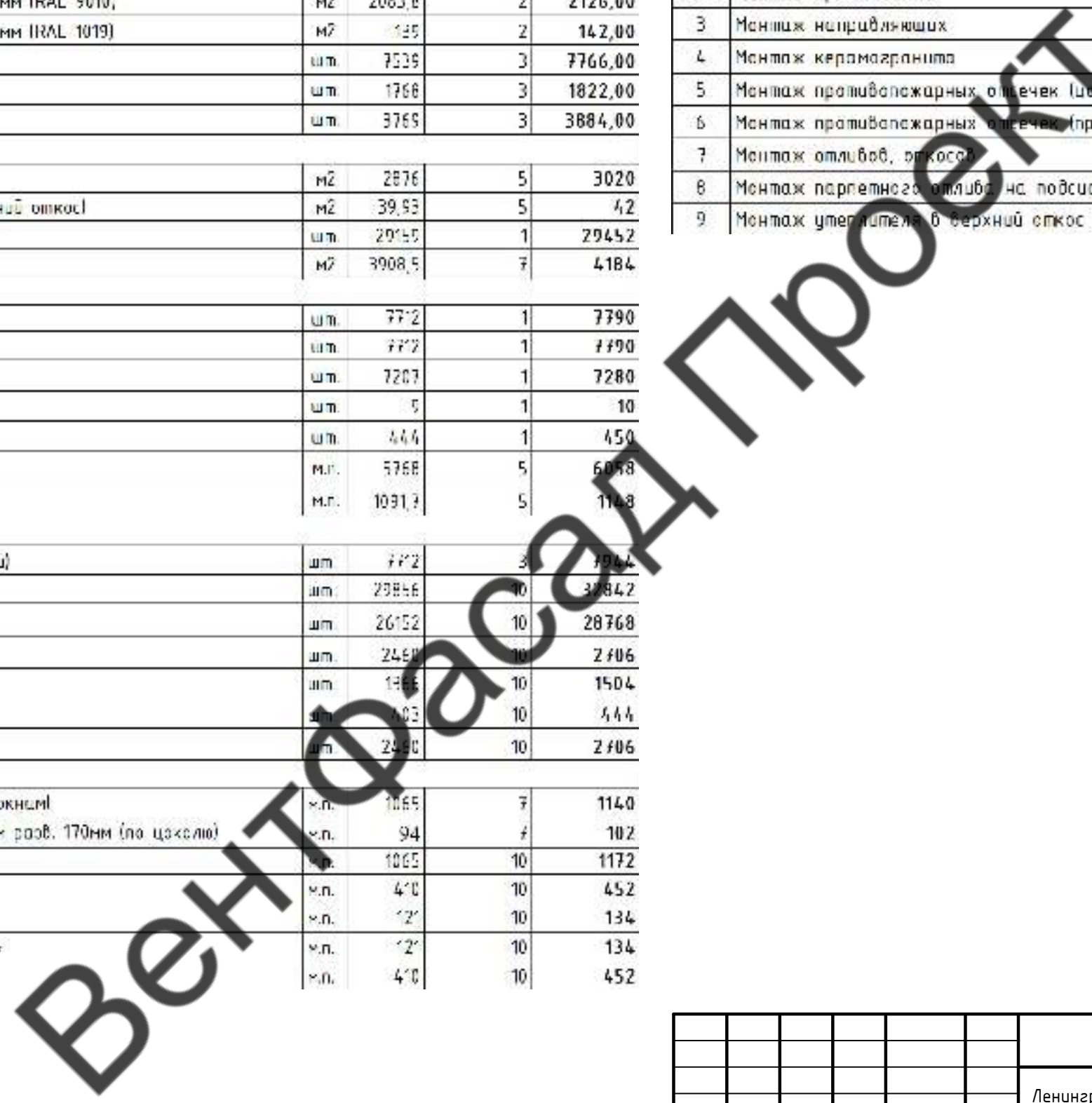
№, п/п	НАИМЕНОВАНИЕ	Ед.изм	Кол-во	Знач.,%	Итого
<b>Облицовка</b>					
1	Керамогранит Уральский гранит 600x600x10мм (RAL 1014)	м2	652,86	1,5	664,00
2	Керамогранит Уральский гранит 600x600x10мм (RAL 9010)	м2	2083,8	2	2126,00
3	Керамогранит Уральский гранит 600x600x10мм (RAL 1019)	м2	125	2	142,00
4	Кляммер рядовой, окрашенный	шт.	7539	3	7766,00
5	Кляммер стартовый, окрашенный	шт.	1768	3	1822,00
6	Кляммер угловой, окрашенный	шт.	3769	3	3884,00
<b>Утепление</b>					
1	Утеплитель Технониль Оптима 100 мм	м2	2876	5	3020
2	Утеплитель Технониль Оптима 30 мм (верхний откос)	м2	39,93	5	42
3	Дюбель тарельчатый 12x145	шт.	29455	1	29452
4	Ветрозащитная мембрана	м2	3908,5	7	4184
<b>Подсистема</b>					
1	Кронштейн КР2-70-150	шт.	772	1	7790
2	Прокладка паронитовая	шт.	772	1	7790
3	Удлинитель УК-70-100	шт.	7207	1	7280
4	Удлинитель УК-70-150	шт.	5	1	10
5	Полка угловая ПУ-1-1,2	шт.	444	1	450
6	Профиль Г-образный 60x40x1,2	м.п.	5768	5	6098
7	Профиль Г-образный 40x40x1,2	м.п.	1091,7	5	1148
<b>Металлы</b>					
1	Анкер фасадный (по результатам испытаний)	шт.	772	3	7944
2	Заклепка 4x8 нерж.	шт.	23846	10	24842
3	Заклепка 4x10 нерж.	шт.	26152	10	28768
4	Заклепка 4x8 нерж. Окрашенная	шт.	2460	10	2706
5	Саморез ПШС 4,7x19	шт.	1466	10	1504
6	Саморез 4,8x25 потайн.	шт.	443	10	444
7	Дюбель-гвоздь 6x60	шт.	2460	10	2706
<b>Фасонные элементы</b>					
1	Противопож. Отсечка 0,7мм разв. 170мм (по окнам)	м.п.	1065	7	1140
2	Противопож. Отсечка перфорированная 0,7мм разв. 170мм (по цоколю)	м.п.	94	7	102
3	Отлив 0,55 мм 250мм*окр.	м.п.	1065	10	1172
4	Отлив 0,55 мм 300мм*окр.	м.п.	410	10	452
5	Лист L,II 10мм	м.п.	121	10	134
6	Парапет из оцинкованной стали 7мм 300мм*	м.п.	121	10	134
7	Чеслок 30x30мм, шаг 0,7мм	м.п.	410	10	452

Ведомость объемов работ

№, п/п	НАИМЕНОВАНИЕ	Гд.изм	Кол-во
1	Утепление стен в 1 слой	м2	2876
2	Монтаж кронштейнов	м2	2876
3	Монтаж направляющих	м2	2876
4	Монтаж керамогранита	м2	2876
5	Монтаж противопожарных отсечек (цоколь)	м.п.	94
6	Монтаж противопожарных отсечек (проемы)	м.п.	1065
7	Монтаж отливов, откосов	м.п.	1475
8	Монтаж парпетного отлива на подсистеме	м.п.	121
9	Монтаж утеплителя в верхний откос	м.п.	410

Согласовано

Взам. инв. №  
Подпись и дата  
Инв. № подл.



						13-05-2021-НВФ		
						Ленинградская область, Подпорожский район, г. Подпорожье, ул. Свирская, д.62		
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата			
Разработал	Реуцкий С.А.					Устройство навесного вентилируемого фасада		
Проверил	Некрасов С.А.					Стадия	Лист	Листов
						Р	15	
						Ведомость объемов материалов, ведомость объемов работ		
						ВентФасад Проект		

ООО "Вектор групп"


**СТАТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ**  
**навесной фасадной системы с воздушным зазором**  
**"ВЕКТОР-1"**

**Облицовка керамогранитными плитами**  
Конструктивная схема "Тип-1"  
(крепление в керамзитобетонную панель)

по адресу:

Ленинградская обл., Подпорожский район, г. Подпорожье, ул. Свирская, д. 62

Выполнил \_\_\_\_\_ Платонова М.А.

Проверил  \_\_\_\_\_ Купряшин С.Ю.

г.Санкт-Петербург, 2021г.



## Содержание

1. Исходные данные.....	2
2. Характеристики материалов.....	2
3. Расчетные схемы конструкции.....	2
4. Сбор нагрузок.....	3
4.1 Постоянные нагрузки.....	3
4.2 Временные нагрузки.....	3
4.3 Сочетания нагрузок.....	4
5. Расчет усилий в анкерных элементах.....	6
6. Расчет несущих кронштейнов.....	7
7. Расчет кронштейн-удлинителя.....	9
8. Расчет несущего профиля.....	10
8.1 Расчет несущего профиля в рядовой зоне.....	10
8.2 Расчет несущего профиля в угловой зоне.....	11
9. Расчет прочности заклепочного соединения кронштейна и удлинителя.....	12
10. Расчет прочности заклепочного соединения направляющей и удлинителя.....	13
12. Выводы и рекомендации.....	14
13. Нормативная документация.....	15

## 1. Исходные данные

Материал несущих кронштейнов  
 Материал несущих вертикальных профилей  
 Тип облицовки  
 Несущий кронштейн  
 Удлинитель кронштейна  
 Несущий вертикальный профиль в рядовой зоне  
 Несущий вертикальный профиль в угловой зоне  
 Горизонтальный шаг между направляющими в рядовой зоне  
 Горизонтальный шаг между направляющими в угловой зоне  
 Толщина облицовочного материала  
 Город строительства  
 Ветровой район строительства [2]  
 Гололедный район строительства [2]  
 Тип местности (согласно п.11.1.6 [2])  
 Высота здания от поверхности земли  
 Вынос облицовочного материала  
 Усилие на вырыв анкерного элемента  
 Длина вертикальной направляющей  
 Вертикальный шаг кронштейнов в рядовой зоне  
 Вертикальный шаг кронштейнов в угловой зоне

	Оцинкованная сталь марки 08пс	
	Оцинкованная сталь марки 08пс	
	Керамогранит	
	КР2-70	
	УК-70-1,2	
	ГП-60-40-1,2	
	ГП-60-40-1,2	
<b>b</b>	608	мм
<b>b</b>	608	мм
<b>t</b>	10	мм
	Подпорожье	
	II	
	I	
	B	
<b>h</b>	30	м
<b>e</b>	180	мм
<b>N<sub>a_max</sub></b>	2350	Н
<b>L</b>	3000	мм
<b>L<sub>1</sub></b>	1200	мм
<b>L<sub>1</sub></b>	800	мм

## 2. Характеристики материалов

Масса одного квадратного метра облицовочного материала  
 Коэффициент надежности по нагрузке для облицовки (по таб. 7.1 [2])  
 Масса одного погонного метра несущего вертикального профиля в рядовой зоне  
 Масса одного погонного метра несущего вертикального профиля в угловой зоне  
 Коэффициент надежности по нагрузке для вертикального профиля  
 Коэффициент надежности по ответственности здания (по таб. 2 [3])  
 Нормативное сопротивление оцинкованной стали (по табл.6.2 [4])  
 Расчетное сопротивление оцинкованной стали (по табл.6.1 [4])  
 где  $\gamma_m$  - коэффициент надежности по материалу (по п.6.3 [4])  
 Модуль упругости стали

	Оцинкованная сталь марки 08пс	
<b>q<sub>n_обл</sub></b>	25	кг/м <sup>2</sup>
<b>γ<sub>обл</sub></b>	1.1	
<b>q<sub>n_напр</sub></b>	0.92	кг/м
<b>q<sub>n_напр</sub></b>	0.92	кг/м
<b>γ<sub>напр</sub></b>	1.05	
<b>γ<sub>n</sub></b>	1.0	
<b>R<sub>yn</sub></b>	230	Мпа
	<b>R<sub>y</sub> = R<sub>yn</sub> / γ<sub>m</sub></b>	
<b>γ<sub>m</sub></b>	1.025	
<b>R<sub>y</sub></b>	2250	кг/см <sup>2</sup>
<b>E</b>	2,1*10 <sup>10</sup>	кг/м <sup>2</sup>

## 3. Расчетные схемы конструкции

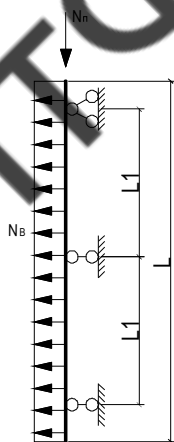


схема с 2мя пролетами

L - Длина вертикальной направляющей

L<sub>1</sub> - Вертикальный шаг кронштейнов

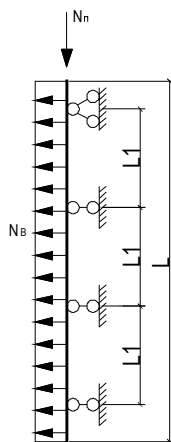


схема с 3мя пролетами

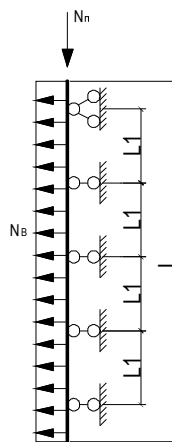


схема с 4мя пролетами

#### 4. Сбор нагрузок

##### 4.1. Постоянные нагрузки

1.1 Расчетное значение нагрузки от веса облицовки определяется по формуле:

$$q_{обл} = q_{н-обл} \cdot \gamma_{обл}$$

$q_{обл}$	27.5	кг/м <sup>2</sup>
-----------	------	-------------------

1.1 Расчетное значение нагрузки от веса вертикальной направляющей определяется по формуле:

$$q_{напр} = q_{н-напр} \cdot \gamma_{напр}$$

для рядовой зоны	$q_{напр}$	1.0	кг/м
для угловой зоны	$q_{напр}$	1.0	кг/м

##### 4.2. Временные нагрузки

###### 4.2.1 Ветровая нагрузка

Нормативное пиковое значение ветровой нагрузки определяется по формуле:

$$W_n = W_0 \cdot k(z_e) \cdot (1 + \zeta(z_e)) \cdot C_p \cdot \gamma$$

Нормативное значение давления ветра, принимаемое в зависимости от ветрового района ([2], табл.11.1)	$W_0$	30	кг/м <sup>2</sup>
Коэффициент, учитывающий изменение давлений ветра для высоты $z_e$	$k(z_e)$	1.01	
Коэффициент, учитывающий изменение пульсаций давления ветра для высоты $z_e$	$\zeta(z_e)$	0.85	
Эквивалентная высота	$z_e$		
Аэродинамический коэффициент:			
для рядовой зоны	$C_p$	-1.2	
для угловой зоны	$C_p$	-2.2	
Коэффициент корреляции ветровой нагрузки ([2], табл.11.8)	$\gamma$	1	

Расчетное пиковое значение ветровой нагрузки определяется по формуле:

$$W_p = W_n \cdot \gamma_B$$

Коэффициент надежности по нагрузке для ветровой нагрузки	$\gamma_B$	1.4	
Расчетное пиковое значение ветровой нагрузки:			
для рядовой зоны	$W_p$	94.1	кг/м <sup>2</sup>
для угловой зоны	$W_p$	172.5	кг/м <sup>2</sup>

###### 4.2.2 Гололедная нагрузка

Нормативное значение поверхностной гололедной нагрузки

$$i_n = b \cdot k(z) \cdot \mu_2 \cdot g \cdot \rho$$

Нормативное значение толщины стенки гололеда, принимаемое в зависимости от гололедного района ([2], табл.12.1)	$b$	3	мм
Коэффициент, учитывающий изменение толщины стенки гололеда по высоте ([2], табл.12.2, табл.12.3)	$k(z)$	1.6	
Коэффициент, учитывающий отношение площади поверхности элемента, подверженной обледенению, к полной площади поверхности обледенения	$\mu_2$	0.6	
Ускорение свободного падения	$g$	9.8	м/с <sup>2</sup>
Плотность льда	$\rho$	0.9	г/см <sup>3</sup>

Расчетное значение поверхностной гололедной нагрузки

$$i_p = i_n \cdot \gamma_f$$

Коэффициент надежности по нагрузке для гололедной нагрузки	$\gamma_{гол}$	1.8	
	$i_p$	4.6	кг/м <sup>2</sup>

#### 4.3. Сочетание нагрузок

##### 4.3.1 Первое сочетание нагрузок

а) вертикальные составляющие нагрузки

для рядовой зоны	$P_{обл} + P_{мет} =$	29.1	кг/м <sup>2</sup>
для угловой зоны	$P_{обл} + P_{мет} =$	29.1	кг/м <sup>2</sup>

а) горизонтальные составляющие нагрузки

Для рядовой зоны	$P_{ветер} =$	94.1	кг/м <sup>2</sup>
Для угловой зоны	$P_{ветер} =$	172.5	кг/м <sup>2</sup>

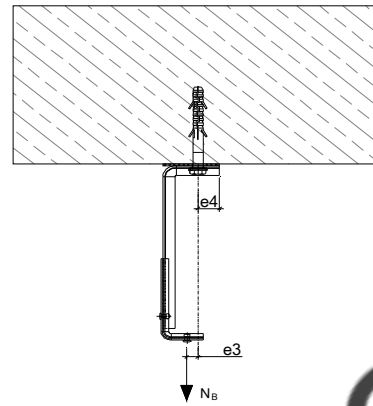
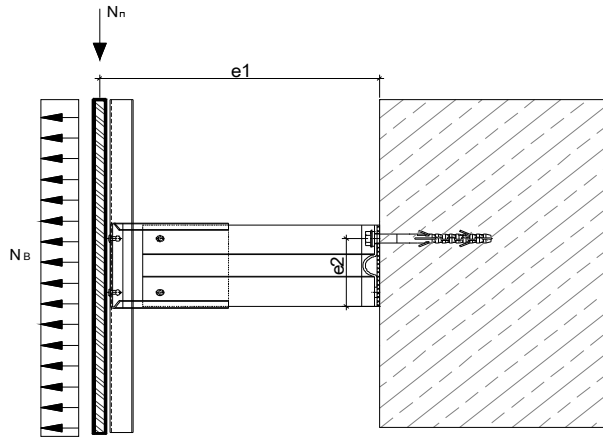
##### 4.3.2 Второе сочетание нагрузок

Для рядовой зоны	$P_{гол} + 0,6P_{ветер} =$	61.0	кг/м <sup>2</sup>
Для угловой зоны	$P_{гол} + 0,6P_{ветер} =$	108.1	кг/м <sup>2</sup>

Первое сочетание нагрузок является наибольшим, в дальнейших расчетах принимаем эти значения.

Вентфасад Проект

## 5. Расчет усилий в анкерных элементах



Усилие вырыва анкерного элемента определяется по формуле:

$$N_a = N_n \cdot \frac{e_1}{e_2} + N_b \cdot \frac{e_3}{e_4} + N_b \leq N_{a\_д}$$

Нагрузка от собственного веса облицовки и направляющей определяется по формуле:

$$N_n = (q_{обл} \cdot b + q_{напр}) \cdot L_1$$

Расчетное значение нагрузки от веса облицовки	$q_{обл}$	27.5	кг/м <sup>2</sup>
Расчетное значение нагрузки от веса вертикальной направляющей			
для рядовой зоны	$q_{напр}$	1.0	кг/м
для угловой зоны	$q_{напр}$	1.0	кг/м
Горизонтальный шаг вертикальных направляющих в рядовой зоне	$b$	608	мм
Горизонтальный шаг вертикальных направляющих в угловой зоне	$b$	608	мм
Вертикальный шаг кронштейнов в рядовой зоне	$L_1$	1200	мм
Вертикальный шаг кронштейнов в угловой зоне	$L_1$	800	мм
Плечо от вертикальной приложенной нагрузки на анкерный элемент	$e_1$	175	мм
Плечо от ветровой нагрузки на анкерный элемент	$e_2$	36	мм
Плечо от ветровой нагрузки на анкерный элемент	$e_3$	8	мм
Плечо от ветровой нагрузки на анкерный элемент	$e_4$	19	мм
Нагрузка от собственного веса в рядовой зоне	$N_n$	21.2	кг
Нагрузка от собственного веса в угловой зоне	$N_n$	14.1	кг

Максимальная опорная реакция от ветровой нагрузки определяется по формуле:

$$N_b = W_p \cdot L_1 \cdot b \cdot k_{нер}$$

Расчетное пиковое значение ветровой нагрузки для рядовой зоны	$W_p$	94.1	кг/м <sup>2</sup>
Расчетное пиковое значение ветровой нагрузки для угловой зоны	$W_p$	172.5	кг/м <sup>2</sup>
Максимальная опорная реакция от ветровой нагрузки			
для рядовой зоны	$N_{вр}$	85.8	кг
для угловой зоны	$N_{вр}$	92.3	кг

Допустимое усилие на вырыв анкерного элемента

$$N_{a\_д} = N_{a\_max} / g$$

ускорение свободного падения

$g$	9.8	м/с <sup>2</sup>
$N_{a\_д}$	239.8	кг

Определяем усилие, действующее на анкерный элемент:

для рядовой зоны	$N_a$	225.1	кг	≤	239.8	кг
для угловой зоны	$N_a$	199.9	кг	≤	239.8	кг

⇒ **Условие прочности выполнено в рядовой зоне**

⇒ **Условие прочности выполнено в угловой зоне**

## 6. Расчет несущих кронштейнов

Расчетные напряжения в сечении несущего кронштейна, возникающие от ветровой и весовой нагрузки, в наиболее нагруженном сечении 1-1 (консоль у основания кронштейна):

$$\zeta_{1-1} = \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} + \frac{N_B}{A} \leq R_y$$

где:

Момент сопротивления сечения

$W_x$  1887 мм<sup>3</sup>

Момент сопротивления сечения

$W_y$  94 мм<sup>3</sup>

Площадь поперечного сечения

$A$  158 мм<sup>2</sup>

Нагрузка от собственного веса в рядовой зоне

$N_n$  21.2 кг

Нагрузка от собственного веса в угловой зоне

$N_n$  14.1 кг

Максимальный момент от собственного веса

$$M_x = N_n \cdot e_1$$

Плечо от вертикальной приложенной постоянной нагрузки

$e_1$  175 мм

для рядовой зоны

$M_x$  371 кг\*см

для угловой зоны

$M_x$  248 кг\*см

Максимальный момент от ветровых нагрузок

$$M_y = N_B \cdot e_5$$

Плечо от ветровой нагрузки

$e_5$  19 мм

Максимальная опорная реакция от ветровой нагрузки

для рядовой зоны

$N_B$  85.8 кг

для угловой зоны

$N_B$  92.3 кг

для рядовой зоны

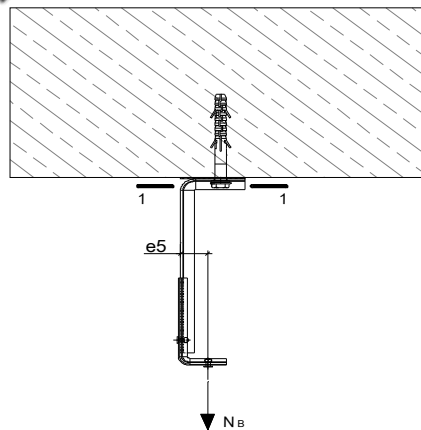
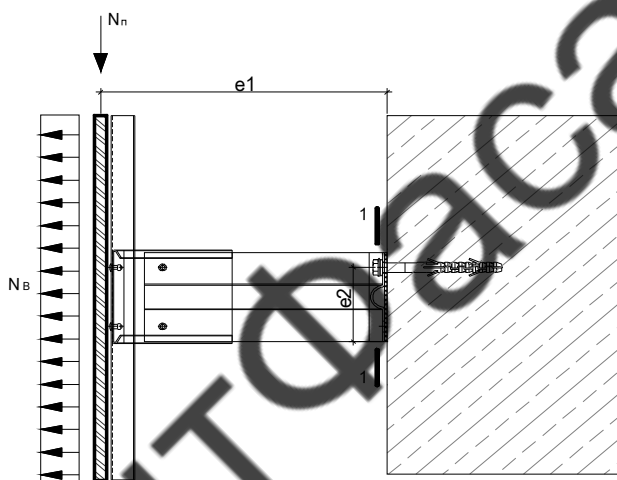
$M_y$  163 кг\*см

для угловой зоны

$M_y$  175 кг\*см

Расчетное сопротивление несущих кронштейнов

$R_y$  2250 кг/см<sup>2</sup>



Расчетное напряжение

для рядовой зоны

$\zeta_{1-1}$  1986 кг/см<sup>2</sup> ≤ 2250.0 кг/см<sup>2</sup>

для угловой зоны

$\zeta_{1-1}$  2055 кг/см<sup>2</sup> ≤ 2250.0 кг/см<sup>2</sup>

⇒

**Условие прочности выполнено в рядовой зоне**

⇒

**Условие прочности выполнено в угловой зоне**

Расчетные напряжения в сечении несущего кронштейна, возникающие от ветровой и весовой нагрузки, в наиболее нагруженном сечении 2-2 (по шайбе анкера):

$$\zeta_{2-2} = \frac{M_y}{W_y} \leq R_y$$

где:

Момент сопротивления сечения

$W_y$  88.00 мм<sup>3</sup>

Максимальный момент от ветровых нагрузок

$$M_y = N_b \cdot e_6$$

Максимальная опорная реакция от ветровой нагрузки

для рядовой зоны  $N_b$  85.8 кг

для угловой зоны  $N_b$  92.3 кг

Плечо от ветровой нагрузки

$e_6$  5 мм

для рядовой зоны

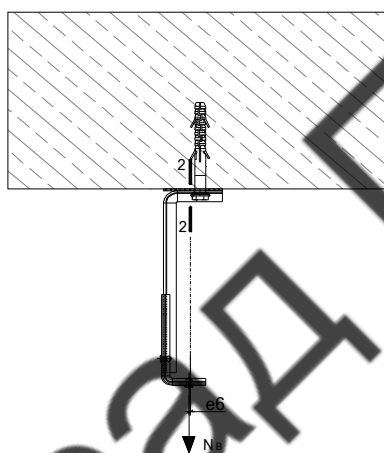
$M_y$  43 кг\*см

для угловой зоны

$M_y$  46 кг\*см

Расчетное сопротивление несущих кронштейнов

$R_y$  2250 кг/см<sup>2</sup>



Расчетное напряжение

для рядовой зоны

$\zeta_{1-1}$  488 кг/см<sup>2</sup> ≤ 2250.0 кг/см<sup>2</sup>

для угловой зоны

$\zeta_{1-1}$  524 кг/см<sup>2</sup> ≤ 2250.0 кг/см<sup>2</sup>

⇒ Условие прочности выполнено в рядовой зоне

⇒ Условие прочности выполнено в угловой зоне

## 7. Расчет кронштейн-удлинителя

Расчетные напряжения в сечении доборного элемента, возникающие от ветровой и весовой нагрузки, в наиболее нагруженном сечении:

$$\sigma_{уд} = \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} + \frac{N_b}{A} \leq R_y$$

Параметры ослабленного сечения доборного элемента:

Момент сопротивления сечения	$W_x$	1908	мм <sup>3</sup>
Момент сопротивления сечения	$W_y$	60	мм <sup>3</sup>
Площадь поперечного сечения	$A$	109	мм <sup>2</sup>
Нагрузка от собственного веса в рядовой зоне	$N_n$	21.2	кг
Нагрузка от собственного веса в угловой зоне	$N_n$	14.1	кг

Максимальный момент от собственного веса

$$M_x = N_n \cdot e_4$$

Плечо от вертикальной приложенной постоянной нагрузки

$e_4$	80	мм
$M_x$	170	кг*см
$M_x$	113	кг*см

Максимальный момент от ветровых нагрузок

$$M_y = N_b \cdot e_5$$

Плечо от ветровой нагрузки

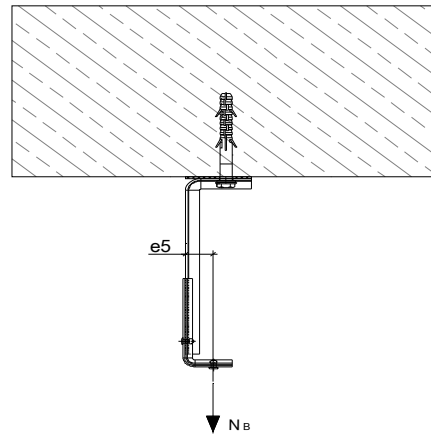
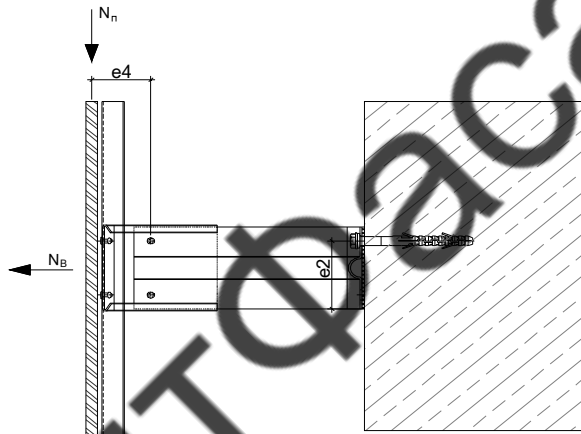
$e_5$	13	мм
-------	----	----

Максимальная опорная реакция от ветровой нагрузки

для рядовой зоны	$N_b$	85.8	кг
для угловой зоны	$N_b$	92.3	кг
для рядовой зоны	$M_y$	112	кг*см
для угловой зоны	$M_y$	120	кг*см

Расчетное сопротивление несущих кронштейнов

$R_y$	2250	кг/см <sup>2</sup>
-------	------	--------------------



Расчетное напряжение

для рядовой зоны

для угловой зоны

$\sigma_{уд}$	2027.1	кг/см <sup>2</sup>	$\leq$	2250.0	кг/см <sup>2</sup>
$\sigma_{уд}$	2143.8	кг/см <sup>2</sup>	$\leq$	2250.0	кг/см <sup>2</sup>

⇒ **Условие прочности выполнено в рядовой зоне**  
 ⇒ **Условие прочности выполнено в угловой зоне**



## 8. Расчет несущего профиля

### 8.1 Расчет несущего профиля в рядовой зоне

Расчет направляющей на прочность выполняется по формуле:

$$G_H = \frac{M_x}{W_x} + \frac{N_p}{A} \leq R_y$$

где:

Момент сопротивления сечения

$W_x$  543 мм<sup>3</sup>

Площадь поперечного сечения

$A$  118 мм<sup>2</sup>

Собственный вес конструкции

$N_p$  20 кг

Расчетное сопротивление несущих кронштейнов

$R_y$  2250 кг/см<sup>2</sup>

Максимальный момент от ветровой нагрузки на опоре для двухпролетной балки определяется по формуле:

$$M_x = 0.125 W_p \cdot b \cdot L_1^2$$

где:

Расчетное пиковое значение ветровой нагрузки для рядовой зоны

$W_p$  94.1 кг/м<sup>2</sup>

Горизонтальный шаг между направляющими в рядовой зоне

$b$  608 мм

Вертикальный шаг кронштейнов в рядовой зоне

$L_1$  1200 мм

Максимальный момент от ветровой нагрузки на опоре:

$M_x$  1030 кг\*см

для рядовой зоны

Расчетные напряжения в направляющей:

для рядовой зоны

$G_H$  1913.5 кг/см<sup>2</sup> ≤ 2250.0 кг/см<sup>2</sup>

⇒ **Условие прочности выполнено в рядовой зоне**

### 8.1.1 Расчет деформаций в несущем профиле в рядовой зоне

Прогиб направляющей в пролете  $L_1$  определяется по формуле:

$$f = 0.0052 \cdot \frac{q_n \cdot L_1^4}{E \cdot I_x}$$

где:

Вертикальный шаг кронштейнов в рядовой зоне

$L_1$  1200 мм

Момент инерции в сечении

$J_x$  17074 мм<sup>4</sup>

Модуль упругости стали

$E$  2,1\*10<sup>10</sup> кг/м<sup>2</sup>

Нормативная ветровая нагрузка определяется по формуле:

$$q_n = W_p \cdot b / 1,4$$

Максимально допустимые деформации в пролете длиной  $L_1$

$$f_{max} = \frac{L_1}{150}$$

$f_{max}$  8.0 мм

Максимальная расчетная деформация:

для рядовой зоны

$f$  1.2 мм ≤ 8.0 мм

⇒ **Условие деформации выполнено в рядовой зоне**

**8.2 Расчет несущего профиля в угловой зоне**

Расчет направляющей на прочность выполняется по формуле:

$$G_H = \frac{M_x}{W_x} + \frac{N_n}{A} \leq R_y$$

где:

Момент сопротивления сечения

$W_x$  543 мм<sup>3</sup>

Площадь поперечного сечения

$A$  118 мм<sup>2</sup>

Собственный вес конструкции

$N_n$  13 кг

Расчетное сопротивление несущих кронштейнов

$R_y$  2250 кг/см<sup>2</sup>

Максимальный момент от ветровой нагрузки на опоре для трехпролетной балки определяется по формуле:

$$M_x = 0.1 W_p \cdot b \cdot L_1^2$$

где:

Расчетное пиковое значение ветровой нагрузки для угловой зоны

$W_p$  172.5 кг/м<sup>2</sup>

Горизонтальный шаг между направляющими в угловой зоне

$b$  608 мм

Вертикальный шаг кронштейнов в угловой зоне

$L_1$  800 мм

Максимальный момент от ветровой нагрузки на опоре:

$M_x$  671 кг\*см

для угловой зоны

Расчетные напряжения в направляющей:

$G_H$  1253.2 кг/см<sup>2</sup> ≤ 2250.0 кг/см<sup>2</sup>

для угловой зоны

⇒ **Условие прочности выполнено в угловой зоне**

**8.2.1 Расчет деформаций в несущем профиле в угловой зоне**

Прогиб направляющей в пролете  $L_1$  определяется по формуле:

$$f = 0.00675 \frac{q_n \cdot L_1^4}{E \cdot I_x}$$

где:

Вертикальный шаг кронштейнов в угловой зоне

$L_1$  800 мм

Момент инерции в сечении

$J_x$  17074 мм<sup>4</sup>

Модуль упругости стали

$E$  2,1\*10<sup>10</sup> кг/м<sup>2</sup>

Нормативная ветровая нагрузка определяется по формуле:

$$q_n = W_p \cdot b / 1.4$$

Максимально допустимые деформации в пролете длиной  $L_1$

$$f_{max} = \frac{L_1}{150}$$

$f_{max}$  8.0 мм

Максимальная расчетная деформация:

$f$  0.6 мм ≤ 8.0 мм

для угловой зоны

⇒ **Условие деформации выполнено в угловой зоне**

## 9. Расчет заклепочного соединения кронштейна и удлинителя

### Расчет срез

Прочность заклепочных соединений на срез определяется по формуле:

$$N_s = \frac{\sqrt{(N_n^2 + N_b^2)}}{n_{зак} n_{срез}} \leq N_s^{max}$$

Количество заклепок	$n_{зак}$	2	шт		
Количество плоскостей среза	$n_{срез}$	1	шт		
Коэффициент надежности по материалу соединения на заклепках	$\gamma_{mc}$	1.25			
Нормативное сопротивление на срез	$N^H_s$	3100	Н		
Максимально допустимое усилие на срез определяется по формуле:					
	$N_s^{max} = N^H_s / (\gamma_{mc} \cdot g)$				
ускорение свободного падения	$g$	9.8	м/с <sup>2</sup>		
	$N_s^{max}$	253.06	кг		
Нагрузка от собственного веса в рядовой зоне	$N_n$	21.2	кг		
Нагрузка от собственного веса в угловой зоне	$N_n$	14.1	кг		
Максимальная опорная реакция от ветровой нагрузки					
для рядовой зоны	$N_b$	85.8	кг		
для угловой зоны	$N_b$	92.3	кг		
Усилие среза в одной заклепке:					
для рядовой зоны	$N_s$	44.2	кг	≤	253.06 кг
для угловой зоны	$N_s$	46.7	кг	≤	253.06 кг

⇒ Условие прочности выполнено в рядовой зоне

⇒ Условие прочности выполнено в угловой зоне

### Расчет на смятие

Прочность заклепочных соединений на смятие определяется по формуле:

$$N_s = \frac{\sqrt{(N_n^2 + N_b^2)}}{n_{зак} dt} \leq R_3$$

Диаметр отверстия для заклепки	$d$	4.2	мм		
Минимальная толщина склепываемых материалов	$t$	1.2	мм		
Предел текучести материала заклепки	$R_3$	2650	кг/см <sup>2</sup>		
Расчет прочности заклепочных соединений на смятие:					
для рядовой зоны	$N$	877.0	кг/см <sup>2</sup>	≤	2650.0 кг/см <sup>2</sup>
для угловой зоны	$N$	926.4	кг/см <sup>2</sup>	≤	2650.0 кг/см <sup>2</sup>

⇒ Условие прочности выполнено в рядовой зоне

⇒ Условие прочности выполнено в угловой зоне

## 10. Расчет заклепочного соединения удлинителя и направляющей

### Расчет срез

Прочность заклепочных соединений на срез определяется по формуле:

$$N_s = \frac{\sqrt{(N_n^2 + N_B^2)}}{n_{зак} n_{срез}} \leq N_s^{max}$$

Количество заклепок	$n_{зак}$	2	шт		
Количество плоскостей среза	$n_{срез}$	1	шт		
Коэффициент надежности по материалу соединения на заклепках	$\gamma_{mc}$	1.25			
Нормативное сопротивление на срез	$N^H_s$	3100	Н		
Максимально допустимое усилие на срез определяется по формуле:					
	$N_s^{max} = N^H_s / (\gamma_{mc} \cdot g)$				
ускорение свободного падения	$g$	9.8	м/с <sup>2</sup>		
	$N_s^{max}$	253.06	кг		
Нагрузка от собственного веса в рядовой зоне	$N_n$	21.2	кг		
Нагрузка от собственного веса в угловой зоне	$N_n$	14.1	кг		
Максимальная опорная реакция от ветровой нагрузки					
для рядовой зоны	$N_B$	85.8	кг		
для угловой зоны	$N_B$	92.3	кг		
Усилие среза в одной заклепке:					
для рядовой зоны	$N_s$	44.2	кг	≤	253.06 кг
для угловой зоны	$N_s$	46.7	кг	≤	253.06 кг

⇒ Условие прочности выполнено в рядовой зоне

⇒ Условие прочности выполнено в угловой зоне

### Расчет на смятие

Прочность заклепочных соединений на смятие определяется по формуле:

$$N_s = \frac{\sqrt{(N_n^2 + N_B^2)}}{n_{зак} dt} \leq R_3$$

Диаметр отверстия для заклепки	$d$	4.2	мм		
Минимальная толщина склепываемых материалов	$t$	1.2	мм		
Предел текучести материала заклепки	$R_3$	2650	кг/см <sup>2</sup>		
Расчет прочности заклепочных соединений на смятие:					
для рядовой зоны	$N$	877.0	кг/см <sup>2</sup>	≤	2650.0 кг/см <sup>2</sup>
для угловой зоны	$N$	926.4	кг/см <sup>2</sup>	≤	2650.0 кг/см <sup>2</sup>

⇒ Условие прочности выполнено в рядовой зоне

⇒ Условие прочности выполнено в угловой зоне

## 11. Выводы

Система навесного вентилируемого фасада "Вектор-1" с применением

- кронштейна
- кронштейн-удлинителя
- несущего профиля в рядовой зоне
- несущего профиля в угловой зоне (min 1,5м от угла)

**КР2-70**  
**УК-70-1,2**  
**ГП-60-40-1,2**  
**ГП-60-40-1,2**

допустима к применению на объекте со следующими схемами крепления элементов подсистемы, полученные на основании проведенных расчетов:

*Рядовая зона:*

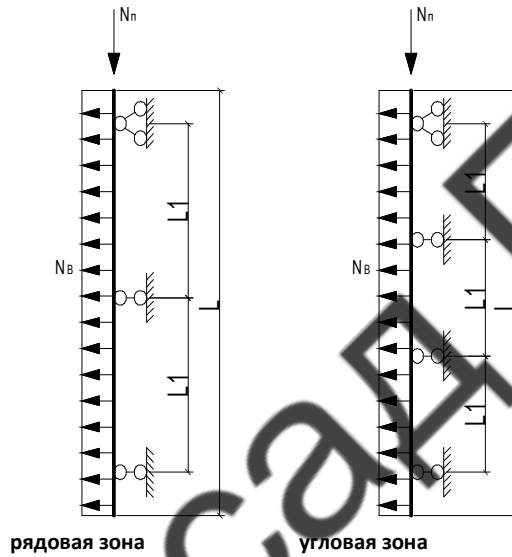
- тах шаг кронштейнов (на направляющую длиной 3м)
- тах шаг направляющих

<b>1200</b>	мм
<b>608</b>	мм

*Угловая зона (min 1,5м от угла):*

- тах шаг кронштейнов (на направляющую длиной 3м)
- тах шаг направляющих

<b>800</b>	мм
<b>608</b>	мм



## **12. Нормативная документация**

1. СНиП II-23-81\* СП 16.13330.2017 "Стальные конструкции"
2. СНиП 2.01.07-85\* СП 20.13330.2016 "Нагрузки и воздействия"
3. ГОСТ 27751-2014 "Надежность строительных конструкций и оснований"
4. СП 260.1325800.2016 "Конструкции стальные тонкостенные из холодногнутых оцинкованных профилей и гофрированных листов. Правила проектирования"
5. СНиП 3.03.01-87\* СП 70.13330.2012 "Несущие и ограждающие конструкции"
6. СНиП 2.03.11-85\* СП 28.13330.2017 "Защита строительных конструкций от коррозии"
7. ГОСТ 14918-80 "Сталь тонколистовая оцинкованная с непрерывных линий"
8. СТО-44416204-010-2010 "Крепления анкерные. Метод определения несущей способности по результатам натурных испытаний"
9. Альбом технических решений системы навесного вентилируемого фасада "Вектор-1"

ВентФасад Проект