

## Прочностной расчет подсистемы вентилируемого фасада.

1.	Описание.....	2
2.	Система навесного вентилируемого фасада .....	2
2.1.	Расчетная схема.....	2
3.	Сбор нагрузок.....	3
3.1.	Вес облицовки.....	3
3.2.	Воздействие ветра.....	3
3.3.	Жесткости элементов.....	4
4.	1-й расчетный вариант.....	4
5.	2-й расчетный вариант.....	7
6.	Дополнение.....	10

					<b>Valo-НФ.РР</b>					
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ док.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>						
<i>ГИП</i>					Проект вентилируемого фасада			<i>Лит</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Разработал</i>					Мальцев			Р	1	14
<i>Проверил</i>					Чекин					
					Расчёт элементов подсистемы					

## 1. Описание.

В проекте разработано крепление керамогранитных плит на навесную фасадную систему EnSave

## 2. Система навесного вентилируемого фасада.

### 2.1. Расчетная схема

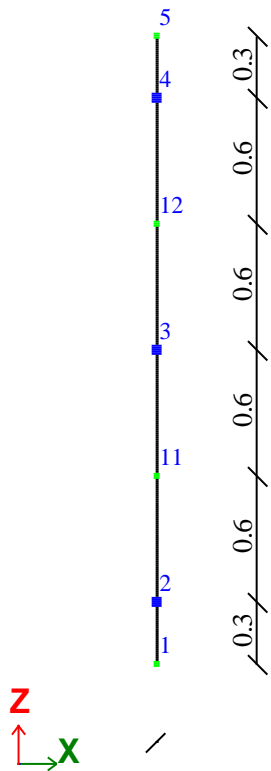
Расчет навесной фасадной системы будем производить как неразрезную балку.

Рассмотрим два расчетных случая:

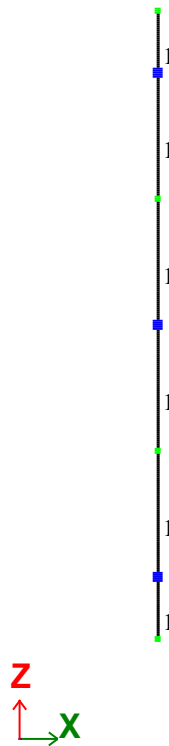
- 1) Рядовая зона. Направляющая длиной 3м, Несущий кронштейн –EnVe L BI L 220, скользящие кронштейны - EnVe L BI S 220. Облицовка керамогранитные плиты толщиной 10мм.

Нормативная нагрузка

Нормативная нагрузка



Размеры



Жесткости элементов

В узле 4 запрещены перемещения по осям Z, X и поворот вокруг оси Y

В узлах 2, 3 запрещены перемещения по оси X

Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Valo-НФ.РР

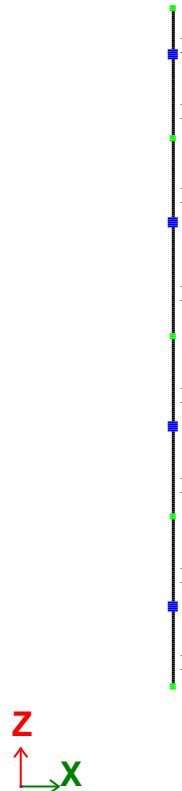
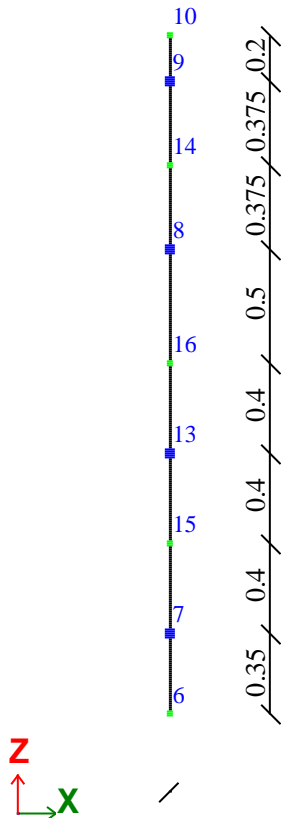
Лист

2

2) Угловая зона. Направляющая длиной 3м, Несущий кронштейн –EnVe L BI L 220, скользящие кронштейны - EnVe L BI M 220. Облицовка керамогранитные плиты толщиной 10мм.

Расчетная нагрузка

Расчетная нагрузка



Размеры

Жесткости элементов

В узле 9 запрещены перемещения по осям Z, X и поворот вокруг оси Y  
 В узлах 7, 8, 13 запрещены перемещения по оси X

### 3. Сбор нагрузок.

#### 3.1. Вес облицовки.

Материал	Нормативная нагрузка, кг/м <sup>2</sup>	Коэффициент надежности	Расчетная нагрузка, кг/м <sup>2</sup>
Керамогранитные плиты t=10мм	25	1.1	27.5

#### 3.2. Ветровая нагрузка.

Нормативная нагрузка на высоте 52м в рядовой зоне:

$$w_{\pm}^H = 77,6 \text{ кг/м}^2$$

Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
------	------	--------	-------	------

Valo-НФ.РР

Лист

3

Расчетная нагрузка на высоте 52м в рядовой зоне:

$$w_{\pm}^p = w_{\pm}^H \cdot \gamma_f = 77,6 \cdot 1,4 = 108,6 \text{ кг/м}^2$$

Нормативная нагрузка на высоте 52м в угловой зоне:

$$w_{\pm}^H = 142 \text{ кг/м}^2$$

Расчетная нагрузка на высоте 52м в рядовой зоне:

$$w_{\pm}^p = w_{\pm}^H \cdot \gamma_f = 142 \cdot 1,4 = 198,8 \text{ кг/м}^2$$

### 3.3. Жесткости элементов:

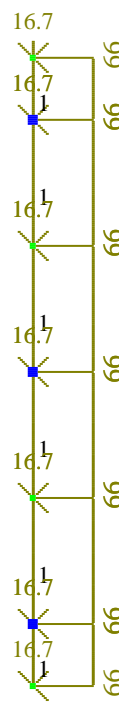
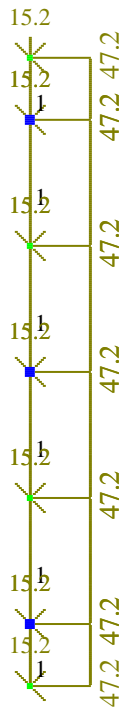
Тип жесткости	Имя	Параметры (сечения- (см) жесткости- (кг,м) расп.вес- (кг,м))
1	КЭ 2 численное (EnVe-L P-T 70x52x1.7)	q=0
		EF=1.26e+006, EIy=313.6
		Z1=0.2, Z2=0.2
2	КЭ 2 численное (EnVe-L P-L 40x62x1.8)	q=0
		EF=1.42e+006, EIy=440.3
		Z1=0.2, Z2=0.2

## 4. 1-й расчетный вариант

Шаг направляющих b=0,608м.

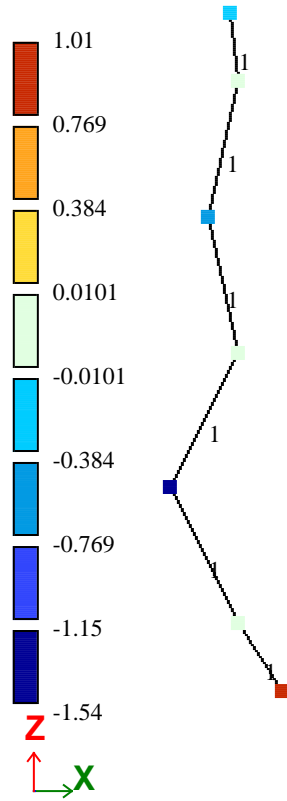
Нормативная нагрузка

Расчетная нагрузка

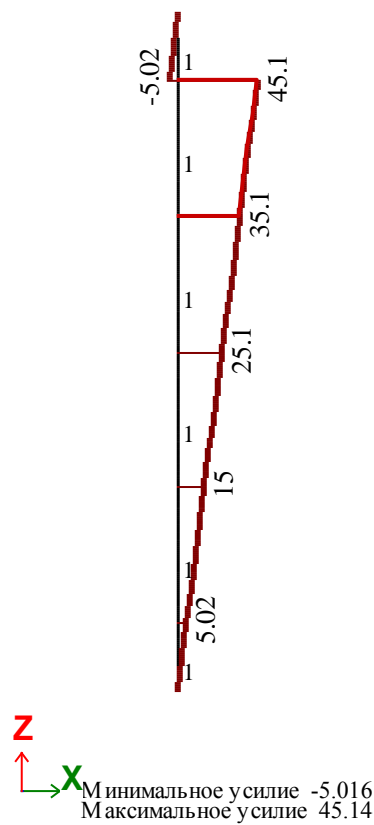


## Результаты расчета

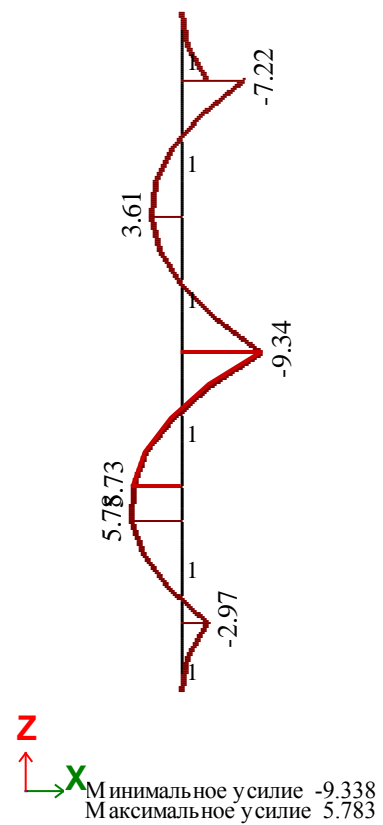
Нормативная нагрузка  
Мозаика перемещений по X(G)  
Единицы измерения - мм



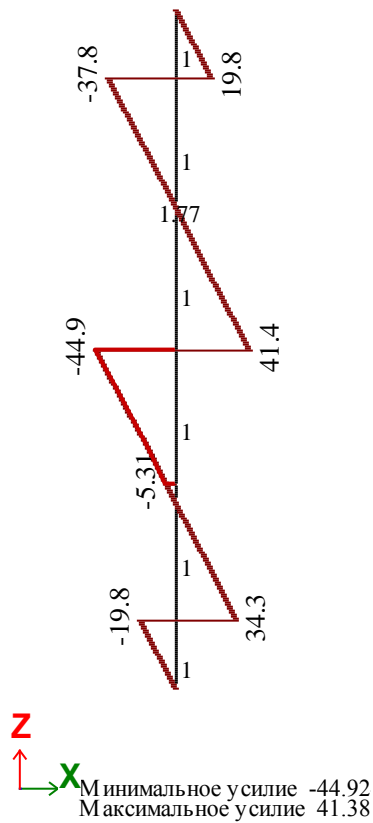
Расчетная нагрузка  
Эпюра N  
Единицы измерения - кг



Расчетная нагрузка  
Эпюра Mu  
Единицы измерения - кг\*м



Расчетная нагрузка  
Эпюра Qz  
Единицы измерения - кг



Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
------	------	--------	-------	------

Valo-НФ.РР

Лист

5

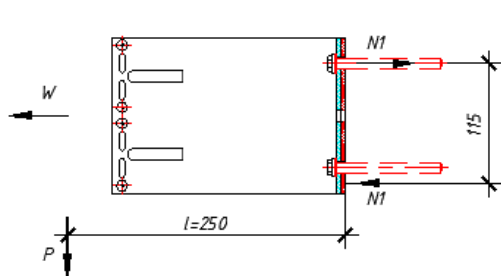
### Прочность направляющей

$$\sigma = \frac{N}{A} + \frac{M}{W} = \frac{50,12}{204 \cdot 10^{-6}} + \frac{9,34}{1,15 \cdot 10^{-6}} = 0,84 \cdot 10^7 \frac{\text{КГ}}{\text{М}^2} < R_y \cdot \gamma_c = 1,22 \cdot 10^7 \frac{\text{КГ}}{\text{М}^2}$$

### Предельный прогиб направляющей

$$f_u = \frac{l}{150} = \frac{1200}{150} = 8\text{мм} > f = 1,54\text{мм}$$

Расчет несущего кронштейна производим по наиболее опасному сечению – пятка кронштейна, ослабленная отверстиями под анкеры.



### Нагрузка P с эпюры N

$$P = 5,02 + 45,1 = 50,12\text{кг}$$

### Нагрузка W с эпюры Q

$$W = 37,8 + 19,8 = 57,6\text{кг}$$

$$M = P \cdot l = 50,15 \cdot 0,25 = 12,53\text{кг} \cdot \text{м}$$

Где  $l = 0,25\text{м}$  – вылет до центра облицовки

$$N_1 = \frac{M}{e} = \frac{12,53}{0,115} = 109\text{кг}$$

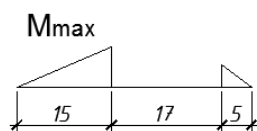
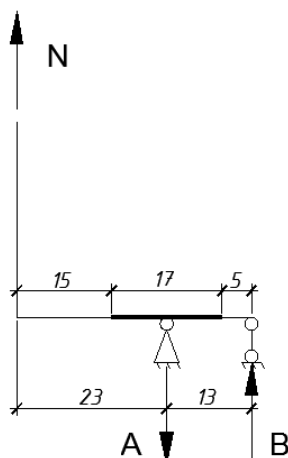
$$\sigma = \frac{W \cdot e}{W_x} + \frac{N_1 \cdot e}{W_x/2} = \frac{57,6 \cdot 0,015}{312 \cdot 10^{-9}} + \frac{109 \cdot 0,015}{312 \cdot 10^{-9}/2}$$

$$= 1,32 \cdot 10^7 \frac{\text{КГ}}{\text{М}^2} < R_y \cdot \gamma_c = 1,37 \cdot 10^7 \frac{\text{КГ}}{\text{М}^2}$$

### Нагрузка на анкер

$$N = N_1 + \frac{W}{2} = 109 + \frac{57,6}{2} = 137,8\text{кг}$$

$$A = \frac{N \cdot 36}{13} = \frac{137,8 \cdot 36}{13} = 381,6\text{кг}$$



### Расчет опорного кронштейна

### Нагрузка W с эпюры Q

$$W = 44,9 + 41,4 = 86,3\text{кг}$$

$$\sigma = \frac{W \cdot e}{W_x} = \frac{86,3 \cdot 0,015}{117,33 \cdot 10^{-9}} = 1,1 \cdot 10^7 \frac{\text{КГ}}{\text{М}^2} < R_y \cdot \gamma_c = 1,37 \cdot 10^7 \frac{\text{КГ}}{\text{М}^2}$$

### Нагрузка на анкер

$$A = \frac{W \cdot 36}{13} = \frac{86,3 \cdot 36}{13} = 239\text{кг}$$

Вывод: прочность системы обеспечена, нагрузка на анкер 381,6кг.

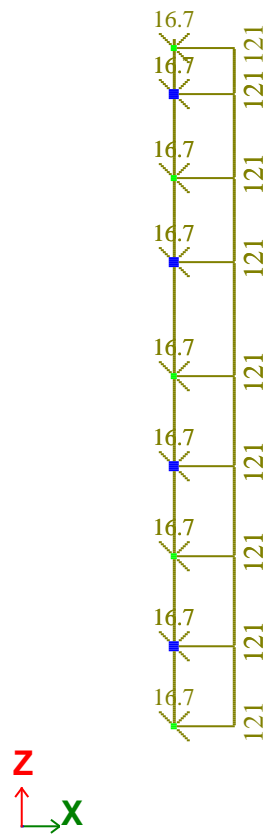
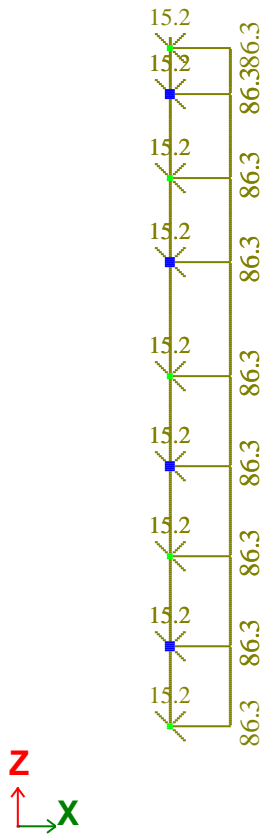
					Valo-НФ.РР	Лист
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		6

## 5. 2-й расчетный вариант

Шаг направляющих  $b=0,608\text{м}$ .

Нормативная нагрузка

Расчетная нагрузка



Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

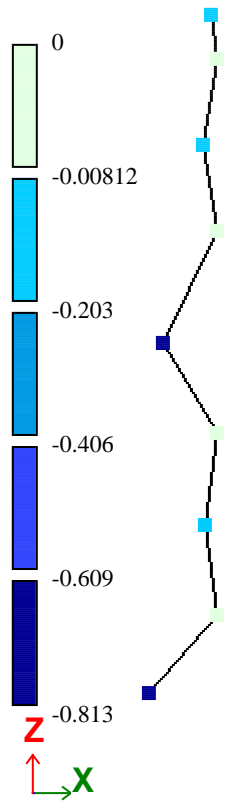
Valo-НФ.РР

Лист

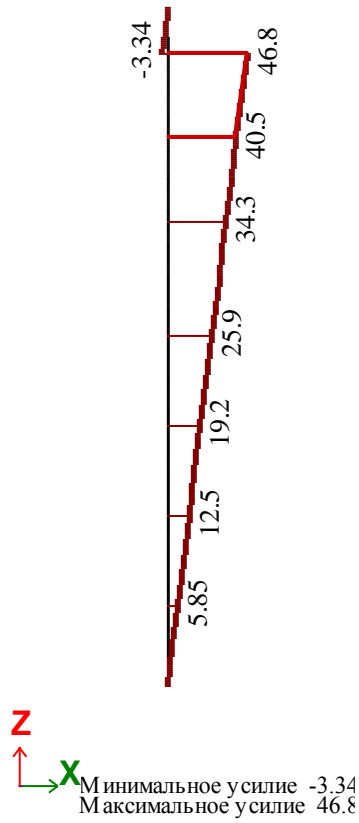
7

## Результаты расчета

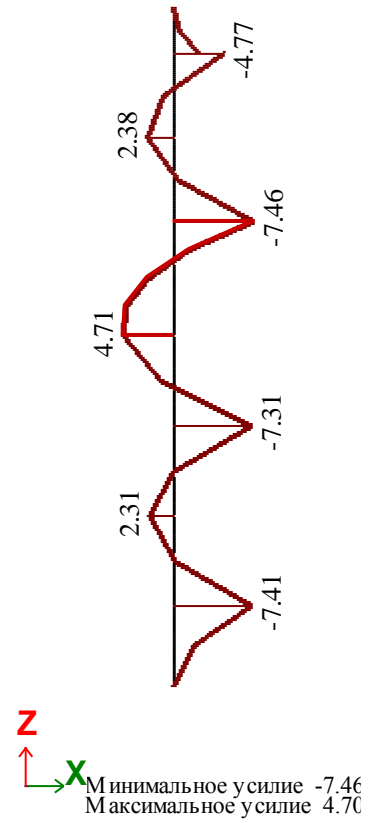
Нормативная нагрузка  
Мозаика перемещений по X(G)  
Единицы измерения - мм



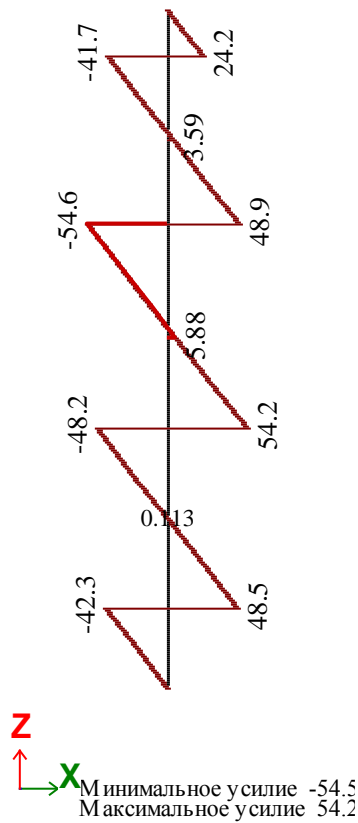
Расчетная нагрузка  
Эпюра N  
Единицы измерения - кг



Расчетная нагрузка  
Эпюра Mu  
Единицы измерения - кг\*м



Расчетная нагрузка  
Эпюра Qz  
Единицы измерения - кг



Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
------	------	--------	-------	------

Valo-НФ.РР

Лист

8



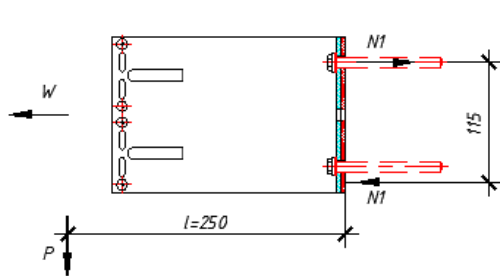
### Прочность направляющей

$$\sigma = \frac{N}{A} + \frac{M}{W} = \frac{34,3}{204 \cdot 10^{-6}} + \frac{7,46}{1,15 \cdot 10^{-6}} = 0,67 \cdot 10^7 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2} < R_y \cdot \gamma_c = 1,22 \cdot 10^7 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2}$$

### Предельный прогиб направляющей

$$f_u = \frac{l}{150} = \frac{800}{150} = 5,3 \text{мм} > f = 0,8 \text{мм}$$

Расчет несущего кронштейна производим по наиболее опасному сечению – пятка кронштейна, ослабленная отверстиями под анкеры.



### Нагрузка P с эпюры N

$$P = 3,34 + 46,8 = 50,14 \text{кг}$$

### Нагрузка W с эпюры Q

$$W = 41,7 + 24,2 = 65,9 \text{кг}$$

$$M = P \cdot l = 50,14 \cdot 0,25 = 12,53 \text{кг} \cdot \text{м}$$

Где  $l = 0,25 \text{м}$  – вылет до центра облицовки

$$N_1 = \frac{M}{e} = \frac{12,53}{0,115} = 109 \text{кг}$$

N

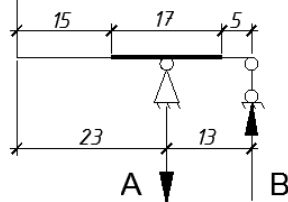
$$\sigma = \frac{W \cdot e}{W_x} + \frac{N_1 \cdot e}{W_x/2} = \frac{65,9 \cdot 0,015}{312 \cdot 10^{-9}} + \frac{109 \cdot 0,015}{312 \cdot 10^{-9}/2}$$

$$= 1,36 \cdot 10^7 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2} < R_y \cdot \gamma_c = 1,37 \cdot 10^7 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2}$$

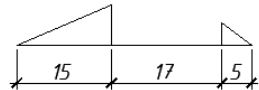
### Нагрузка на анкер

$$N = N_1 + \frac{W}{2} = 109 + \frac{65,9}{2} = 141,95 \text{кг}$$

$$A = \frac{N \cdot 36}{13} = \frac{141,95 \cdot 36}{13} = 393,1 \text{кг}$$



Mmax



### Расчет опорного кронштейна

### Нагрузка W с эпюры Q

$$W = 54,6 + 48,9 = 103,5 \text{кг}$$

$$\sigma = \frac{W \cdot e}{W_x} = \frac{103,5 \cdot 0,015}{170,5 \cdot 10^{-9}} = 0,91 \cdot 10^7 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2} < R_y \cdot \gamma_c = 1,37 \cdot 10^7 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2}$$

### Нагрузка на анкер

$$A = \frac{W \cdot 36}{13} = \frac{103,5 \cdot 36}{13} = 286,61 \text{кг}$$

Вывод: прочность системы обеспечена, нагрузка на анкер 393,1кг.

					Valo-НФ.РР	Лист
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		9

## 6. Дополнение

Т.к. жесткость профиля EnVe-L P-L 40x62x1.8 выше чем у профиля EnVe-L P-T 70x52x1.7 (см. пункт 3.3), а количество кронштейнов на направляющей длиной 3м невозможно сделать меньше 3, расчет направляющей EnVe-L P-L 40x62x1.8 не требуется.

					Valo-НФ.РР	Лист
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		10