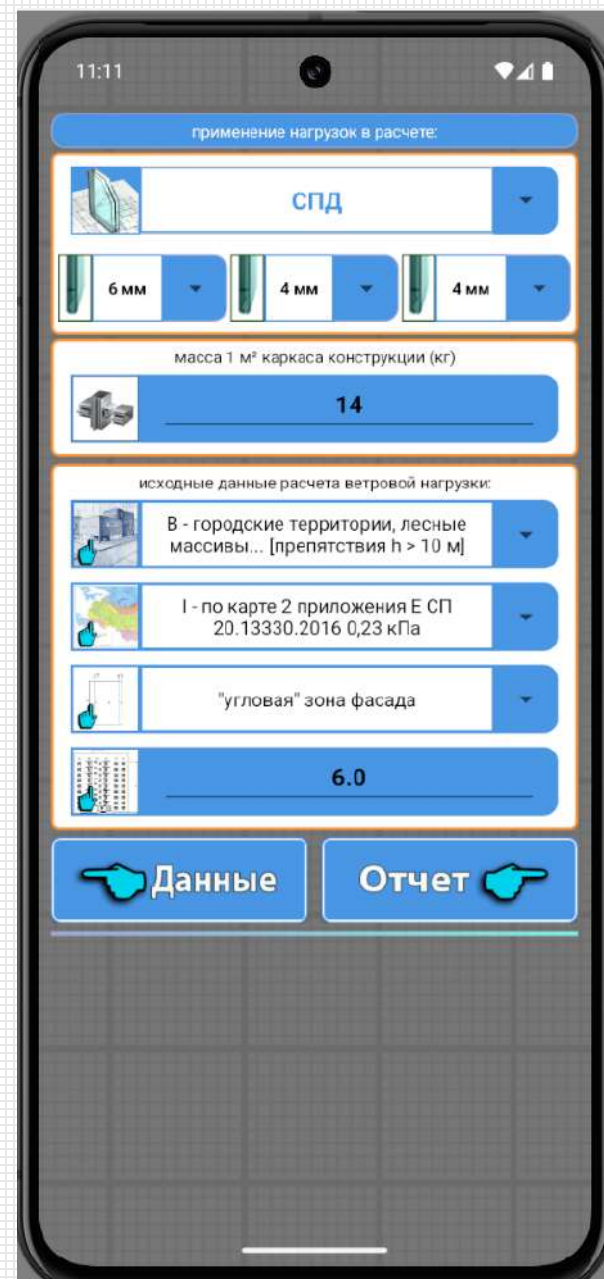
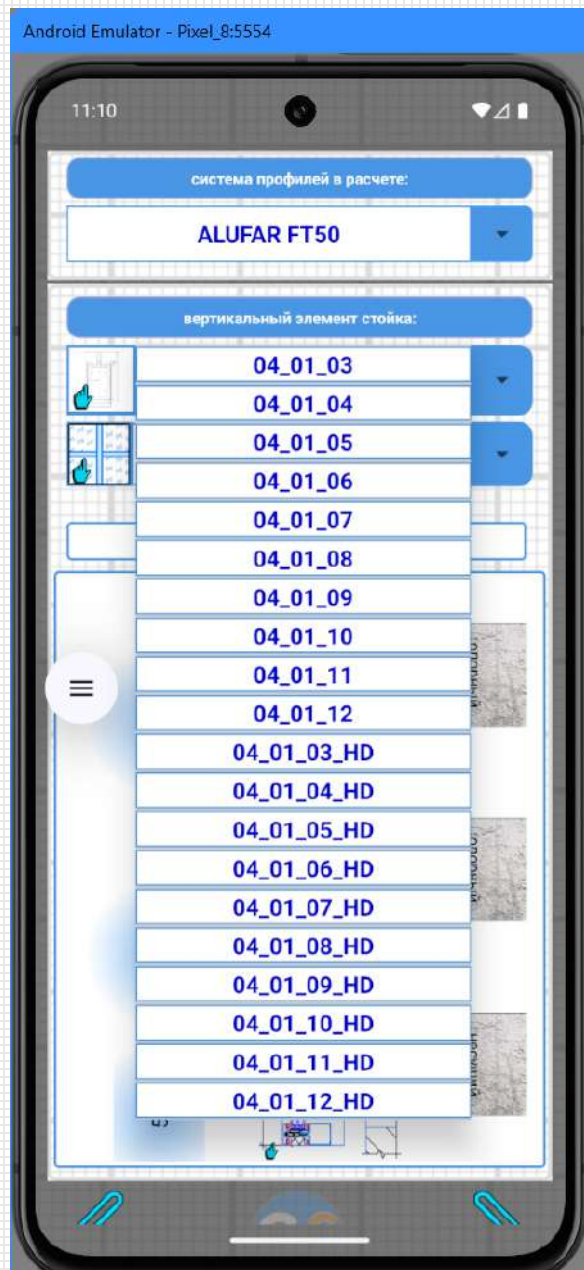
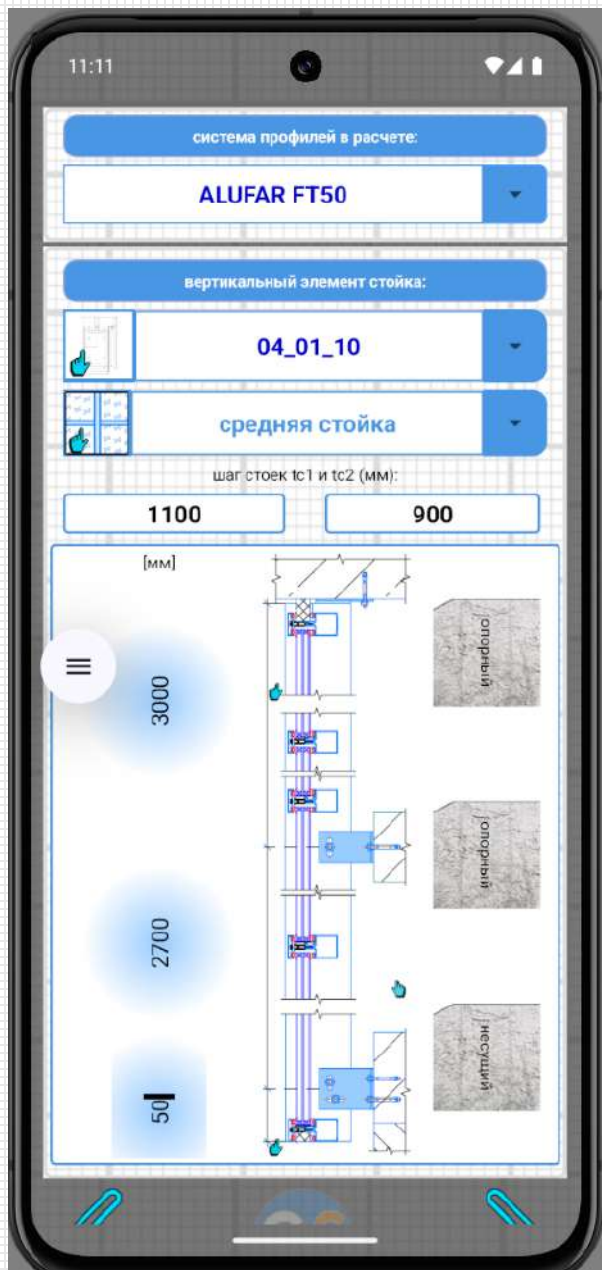




# ПО Glass Statics [модуль расчета статики алюминиевых витражных конструкций] (1)



# ПО Glass Statics [модуль расчета статики алюминиевых витражных конструкций] (2)

11:12

применение нагрузок в расчете:

СПД

6 мм 4 мм 4 мм

масса 1 м<sup>2</sup> каркаса конструкции (кг)

14

исходные данные расчета ветровой нагрузки:

В - городские территории, лесные массивы... [препятствия h > 10 м]

I - по карте 2 приложения Е СП 20.13330.2016 0,23 кПа

"угловая" зона фасада

6.0

Данные Отчет

11:13 Аннотация и исходные данные

В расчете рассмотрена возможность применения артикулов (алюминиевых профилей стоек), в соответствии с альбомом технических решений системы ALUFAR FT50 для конструктивного исполнения каркаса светопрозрачной ограждающей конструкции.

Данный расчет по определению несущей способности элементов каркаса конструкции, является упрощенным и выполнен в соответствии с требованиями следующих нормативных документов:

- СП 128.13330.2016 "Алюминиевые конструкции";
- СП 20.13330.2016 "Нагрузки и воздействия";
- СП 16.13330.2017 "Стальные конструкции";
- СП 426.1325800.2020 "Конструкции фасадные светопрозрачные зданий и сооружений";
- ГОСТ Р 56926-2016 "Конструкции оконные и балконные различного функционального назначения для жилых зданий. Общие технические условия".

Настоящая методика не распространяется на расчёт конструкций, подвергающихся многократному воздействию нагрузок (усталостная прочность), непосредственному воздействию подвижных или динамических нагрузок, или воздействию температуры выше 100°С.

Расчетные условия соответствуют полностью закрытому контуру здания, все ограждающие конструкции, включая светопрозрачные, смонтированы и закреплены в проектное положение.

Монтажные условия при частично закрытой наружной оболочке или открытых светопроемах - расчеты не учитывают.

- система профилей: ALUFAR FT50  
- стойка: 04\_01\_10

В соответствии с исходными данными, рассчитываемая конструкция имеет следующую схему закрепления:



2700 50

Статический расчет

Для решения задачи нахождения изгиба балки применен метод начальных параметров.

Уравнение изогнутой оси балки:

$$EJ_z w(z) = EJ_z w(0) + EJ_z \theta(0)z + M_0 \frac{z^2}{2} + Q_0 \frac{z^3}{6} + \sum M_k \frac{(z-a_k)^3}{2} + \sum F_k \frac{(z-a_k)^3}{6} + \sum q_{ik} \frac{(z-a_k)^4}{24} + \sum c_k \frac{(z-a_k)^5}{120} - \sum q_{jk} \frac{(z-b_k)^4}{24} - \sum c_k \frac{(z-b_k)^5}{120}$$

I. Определение значения величин и составление системы уравнений

I.1. Определение значения ветровой нагрузки на стойку конструкции

Определение расчетного значения пиковой ветровой нагрузки (в соответствии с п. 11.2 [2] и п. 1.4 таблицы 3 [4])

1.1 Исходные данные

- тип местности: В;
- ветровой район: I;
- пиковое знач. аэродинамического коэфф. Cp = -2.2;
- коэффициент надежности по ветровой нагрузке γf.

1.4 - при расчете по предельным состояниям 1-й группы [2]  
1.0 - при расчете по предельным состояниям 2-й группы [2]

- площадь сбора ветровой нагрузки A = 5.75 м<sup>2</sup>;
- эквивалентная высота Ze = 6.0 м;

1.2 Результат расчета значения ветровой нагрузки

Расчетное значение пиковой ветровой нагрузки:

$$W_p = W k(Ze) [1 + \zeta(Ze)] C_p \gamma f = -68.06 \text{ кг/м}^2 = -0.66 \text{ кН/м}^2$$

где

- нормативное давление ветра W = 0.23 МПа;
- коэффициент изменения давления ветра k(Ze) = k10 (Ze/10)<sup>2-a</sup> = 0.52;
- коэффициент изменения пульсаций давления ветра: ζ(Ze) = ζ10 (Ze/10)<sup>2-a</sup> = 1.17;
- коэффициент a = 0.2;
- коэффициент k10 = 0.65;

# ПО Glass Statics [модуль расчета статики алюминиевых витражных конструкций] (3)

коэффициент корреляции ветровой нагрузки  $v = 0.833$

12.34 Система линейных уравнений для неизвестных начальных параметров и реакций опор

В данном случае, общее число уравнений и неизвестных равно 6:

$$0.0 \cdot E \cdot J_x \cdot W_0 + 0.0 \cdot E \cdot J_x \cdot \theta_0 + 1.0 \cdot M_0 + 0.0 \cdot Q_0 + 0.0 \cdot R_1 + 0.0 \cdot R_2 = 0.0$$

$$0.0 \cdot E \cdot J_x \cdot W_0 + 0.0 \cdot E \cdot J_x \cdot \theta_0 + 0.0 \cdot M_0 + 1.0 \cdot Q_0 + 0.0 \cdot R_1 + 0.0 \cdot R_2 = 0.0$$

$$1.0 \cdot E \cdot J_x \cdot W_0 + 5.75 \cdot E \cdot J_x \cdot \theta_0 + 16.5312 \cdot M_0 + 31.6848 \cdot Q_0 + 30.8655 \cdot R_1 + 4.5 \cdot R_2 = -30.3999$$

$$0.0 \cdot E \cdot J_x \cdot W_0 + 0.0 \cdot E \cdot J_x \cdot \theta_0 + 1.0 \cdot M_0 + 5.75 \cdot Q_0 + 5.7 \cdot R_1 + 3.0 \cdot R_2 = -11.0336$$

$$1.0 \cdot E \cdot J_x \cdot W_0 + 0.05 \cdot E \cdot J_x \cdot \theta_0 + 0.0012 \cdot M_0 + 0.0 \cdot Q_0 + 0.0 \cdot R_1 + 0.0 \cdot R_2 = 0.0$$

$$1.0 \cdot E \cdot J_x \cdot W_0 + 2.75 \cdot E \cdot J_x \cdot \theta_0 + 3.7812 \cdot M_0 + 3.4661 \cdot Q_0 + 3.2805 \cdot R_1 + 0.0 \cdot R_2 = -1.5904$$

После решения системы уравнений – получены начальные параметры  $E \cdot J_x \cdot W_0$ ,  $E \cdot J_x \cdot \theta_0$ ,  $M_0$ ,  $Q_0$  и реакции опор  $R_1$ :

$E \cdot J_x \cdot W_0 = -0.0119$ ;  
 $E \cdot J_x \cdot \theta_0 = 0.2392$ ;  
 $M_0 = 0.0$ ;  
 $Q_0 = 0.0$ ;  
 $R_1 = -0.6817$   
 $R_2 = -2.3825$

где  
 $E$  - модуль упругости,  
 $J_x$  - момент инерции сечения стойки.

В соответствии с расчетными данными, построены схемы опор перерезывающих сил  $Q$ , изгибающих моментов  $M$  и перемещений  $W$  (изгиба с точностью до  $E \cdot J_x$ ).

- нижняя опора  $R_1 = -0.6817$  кН;

- нижняя опора  $R_1 = -0.6817$  кН;  
 - средняя опора  $R_2 = -2.3825$  кН;  
 - верхняя опора  $R_3 = -0.7734$  кН;  
 - максимальное значение перерезывающей силы (по модулю)  
 $Q = 1.2288$  кН;  
 - максимальное значение изгибающего момента (по модулю)  
 $M = 0.683$  кН·м;  
 - максимальное значение прогиба (по модулю), умноженного на  $E \cdot J_x$ ,  
 $W = 0.2345$  кН·м<sup>3</sup>.

**Данные**      **Данные**

**II. Расчет вертикальной стойки конструкции**

**II.1. Расчет вертикальной стойки по условию прочности**

Расчет на прочность стойки выполнен по формуле п.7.3 [3]:  
 - при действии момента в одной из главных плоскостей  
 $\sigma = M / (W \cdot R_y \cdot \gamma_c) \leq 1$   
 $\sigma = M / (W \cdot R_y \cdot \gamma_c) = 0.683 / ((99.22 / 100^3) \cdot 120000.0 \cdot 1) = 0.057$   
 где  
 $\sigma$  - нормальное напряжение, возникающее от изгибаемой нагрузки;  
 $W$  - момент сопротивления сечения элемента;  
 $\gamma_c$  - коэффициент условий работы таб. 6 [3];  
 $R_y$  - расчетное сопротивление для алюминия;  
 $M$  - вычисленное значение максимального момента, в соответствии с п.1.

Вывод:  $\sigma = M / (W \cdot R_y \cdot \gamma_c) \leq 1$  - условие выполнено.

Расчет на прочность элементов, подверженных центральному растяжению или сжатию силой  $N$ , выполнен в соответствии с рекомендациями п. 7.1 и 7.2 [3]  
 $\sigma = N / (A \cdot R_y \cdot \gamma_c) \leq 1$   
 где  
 $\sigma$  - напряжение, возникающее при продольном изгибе;  
 $N$  - расчетная сжимающая нагрузка (с коэффициентом надежности по нагрузке  $\gamma_f = 2$ );  
 $A$  - площадь сечения стойки;  
 $R_y$  - расчетное сопротивление для алюминия;  
 $\gamma_c$  - коэффициент условий работы таб. 6 [3].  
 $\sigma = N / (A \cdot R_y \cdot \gamma_c) = 5.52 / ((18.92 / 100^2) \cdot (120.0 \cdot 1000) \cdot 1) = 0.024$

Вывод:  $\sigma = N / (A \cdot R_y \cdot \gamma_c) \leq 1$  - условие выполнено.

**II.2. Расчет вертикальной стойки по условию жесткости**

Согласно п. 5.3.5 [16], максимально допустимая деформация металлического профиля фасадной светопрозрачной конструкции устанавливается  $f_{доп.} \leq L/200$ .  
 Вычисленное значение максимального прогиба, в соответствии с п.1:

Вывод:  $\sigma = N / (A \cdot R_y \cdot \gamma_c) \leq 1$  - условие выполнено.

**II.2. Расчет вертикальной стойки по условию жесткости**

Согласно п. 5.3.5 [16], максимально допустимая деформация металлического профиля фасадной светопрозрачной конструкции устанавливается  $f_{доп.} \leq L/200$ .  
 Вычисленное значение максимального прогиба, в соответствии с п.1:  
 $f = w / (E \cdot J) = 0.234 / ((1178.73 / (100^4)) \cdot (70000 \cdot 1000)) = 0.0 \text{ м} = 0.28 \text{ мм}$ ,  
 где  
 $E$  - модуль упругости,  
 $J$  - момент инерции сечения элемента.

Вывод:  $f_{доп.} = L/200 = 3000 / 200 = 15.0 \text{ мм}$  - условие выполнено  $f_{доп.} \geq f$

Согласно п. 15.2.3 [2], для конструкций зданий и сооружений, предельные прогибы и перемещения которых не оговорены [2] и другими нормативными документами, вертикальные и горизонтальные прогибы и перемещения от постоянных, длительных и кратковременных нагрузок не должны превышать 1/75 вылета консоли.

Вычисленное значение максимального перемещения нижней консоли конструкции, в соответствии с п.1:  
 $f = w / (E \cdot J) = 0.008 / ((1178.73 / (100^4)) \cdot (70000 \cdot 1000)) = 0.0 \text{ м} = 0.01 \text{ мм}$ .

Вывод:  $f_{доп.} = L/75 = 50 / 75 = 0.66 \text{ мм}$  - условие выполнено  $f_{доп.} \geq f$

**II.3. Расчет сжатой стойки по условию гибкости**

Гибкость сжатых нагруженных элементов не должна превышать  $[\lambda] = 100.0$ , в соответствии со схемой исходных данных и таблицей 33 [3].  
 - расчетная длина стойки (или участка стойки)  
 $l_{ef} = 300.0 \text{ см} = 217.5 \text{ см}$ .

Вывод: гибкость стойки  
 $\lambda = l_{ef} / i = 217.5 / 7.89 = 27.56 \leq 100$   
 - условие выполнено,  
 где  
 $\mu = 0.725$  - коэффициент расчетной длины стоек постоянного сечения для схемы закрепления (см. табл. 31 [3]);  
 $i = 7.89 \text{ см}$  - радиус инерции стойки относительно оси X-X.

**II.4. Расчет сжатой стойки по условию устойчивости**

Расчет на устойчивость сплошностенных элементов, подверженных центральному сжатию силой  $N$ , выполнен в соответствии с рекомендациями п. 7.1 и 7.2 [3]  
 $\sigma = N / (\varphi \cdot A \cdot R_y \cdot \gamma_c) \leq 1$   
 где  
 $\sigma$  - напряжение, возникающее при продольном изгибе;  
 $N$  - расчетная сжимающая нагрузка (с коэффициентом надежности по нагрузке  $\gamma_f = 2$ );  
 $\varphi$  - коэффициент продольного изгиба таб. Г.2 [3];  
 $A$  - площадь сечения стойки.

# ПО Glass Statics [модуль расчета статики алюминиевых витражных конструкций] (4)

$r = 1.69 \text{ см}$  - радиус инерции стойки относительно оси Х-Х.

### 11.15. 11.4. Расчет сжатой стойки по условию устойчивости

Расчет на устойчивость сплошностенных элементов, подверженных центральному сжатию силой N, выполнен в соответствии с рекомендациями п. 7.1 и 7.2 [3]

$$\sigma = N / (\varphi \cdot A \cdot R \cdot \gamma_c) \leq 1$$

где  
 $\sigma$  - напряжение, возникающее при продольном изгибе;  
 N - расчетная сжимающая нагрузка (с коэффициентом надежности по нагрузке  $\gamma_f = 2$ );  
 $\varphi$  - коэффициент продольного изгиба таб. Г2. [3];  
 A - площадь сечения стойки;  
 R - расчетное сопротивление для алюминия таб. 4 [3];  
 $\gamma_c$  - коэффициент условий работы таб. 6 [3].  
 $\sigma = N / (\varphi \cdot A \cdot R \cdot \gamma_c) = 5.52 / (0.882 \cdot (18.92 / 100^2) \cdot (120.0 \cdot 1000) \cdot 1) = 0.0275$

Вывод:  $\sigma = N / (\varphi \cdot A \cdot R \cdot \gamma_c) \leq 1$  - условие выполнено.

### III. Расчет опорных элементов конструкции

#### III.1. Расчет реакций, передающихся на кронштейны от ветровой нагрузки.

В соответствии с рекомендациями [1] и [11], определены грузовые площади действия ветровой нагрузки на несущие и опорные кронштейны конструкции.

Примечание: схема рассчитываемой конструкции изображена условно.

#### III.1.1. Определение значения ветровой нагрузки на нижний кронштейн

Определение расчетного значения пиковой ветровой нагрузки (в соответствии с п. 11.2 [2] и п. 1.4 таблицы 3 [4])

изображена условно.

### 11.19. Определение значения пиковой ветровой нагрузки на нижний кронштейн

Определение расчетного значения пиковой ветровой нагрузки (в соответствии с п. 11.2 [2] и п. 1.4 таблицы 3 [4])

#### 1.1 Исходные данные

- тип местности: В;
- ветровой район: I;
- пиковое знач. аэродинамического коэфф.  $C_p = -2.2$ ;
- коэффициент надежности по ветровой нагрузке  $\gamma_f$ :  
 1.4 - при расчете по предельным состояниям 1-й группы [2]  
 1.0 - при расчете по предельным состояниям 2-й группы [2]
- площадь сбора ветровой нагрузки  
 $A = 1.4 \text{ м}^2$ ;
- эквивалентная высота  $Z_e = 6.0 \text{ м}$ ;

#### 1.2 Результат расчета значения ветровой нагрузки

Расчетное значение пиковой ветровой нагрузки:  
 $W_p = W \cdot k(Z_e) \cdot [1 + \zeta(Z_e)] \cdot C_p \cdot \gamma_f =$   
 $= -81.51 \text{ кг/м}^2 = -0.79 \text{ кН/м}^2$

где  
 - нормативное давление ветра  
 $W = 0.23 \text{ МПа}$ ;
- коэффициент изменения давления ветра:  
 $k(Z_e) = k_{10} \cdot (Z_e/10)^{2\alpha} = 0.52$ ;
- коэффициент изменения пульсаций давления ветра:  
 $\zeta(Z_e) = \zeta_{10} \cdot (Z_e/10)^{-\alpha} = 1.17$ ;
- коэффициент  $\alpha = 0.2$ ;
- коэффициент  $k_{10} = 0.65$ ;
- коэффициент  $\zeta_{10} = 1.06$ ;
- эквивалентная высота  $Z_e = 6.0 \text{ м}$ ;
- коэффициент корреляции ветровой нагрузки  $\nu = 1.0$ .

#### III.1.2. Определение значения ветровой нагрузки на верхний кронштейн

Определение расчетного значения пиковой ветровой нагрузки (в соответствии с п. 11.2 [2] и п. 1.4 таблицы 3 [4])

#### 1.1 Исходные данные

- тип местности: В;
- ветровой район: I;
- пиковое знач. аэродинамического коэфф.  $C_p = -2.2$ ;
- коэффициент надежности по ветровой нагрузке  $\gamma_f$ :  
 1.4 - при расчете по предельным состояниям 1-й группы [2]  
 1.0 - при расчете по предельным состояниям 2-й группы [2]
- площадь сбора ветровой нагрузки  
 $A = 2.85 \text{ м}^2$ ;
- эквивалентная высота  $Z_e = 6.0 \text{ м}$ ;

#### 1.2 Результат расчета значения ветровой нагрузки

Расчетное значение пиковой ветровой нагрузки:  
 $W_p = W \cdot k(Z_e) \cdot [1 + \zeta(Z_e)] \cdot C_p \cdot \gamma_f =$   
 $= -78.04 \text{ кг/м}^2 = -0.76 \text{ кН/м}^2$

где  
 - нормативное давление ветра  
 $W = 0.23 \text{ МПа}$ ;
- коэффициент изменения давления ветра:  
 $k(Z_e) = k_{10} \cdot (Z_e/10)^{2\alpha} = 0.52$ ;
- коэффициент изменения пульсаций давления ветра:  
 $\zeta(Z_e) = \zeta_{10} \cdot (Z_e/10)^{-\alpha} = 1.17$ ;
- коэффициент  $\alpha = 0.2$ ;
- коэффициент  $k_{10} = 0.65$ ;

$A = 2.85 \text{ м}^2$ ;

- эквивалентная высота  $Z_e = 6.0 \text{ м}$ ;

#### 1.2 Результат расчета значения ветровой нагрузки

Расчетное значение пиковой ветровой нагрузки:  
 $W_p = W \cdot k(Z_e) \cdot [1 + \zeta(Z_e)] \cdot C_p \cdot \gamma_f =$   
 $= -78.04 \text{ кг/м}^2 = -0.76 \text{ кН/м}^2$

где  
 - нормативное давление ветра  
 $W = 0.23 \text{ МПа}$ ;
- коэффициент изменения давления ветра:  
 $k(Z_e) = k_{10} \cdot (Z_e/10)^{2\alpha} = 0.52$ ;
- коэффициент изменения пульсаций давления ветра:  
 $\zeta(Z_e) = \zeta_{10} \cdot (Z_e/10)^{-\alpha} = 1.17$ ;
- коэффициент  $\alpha = 0.2$ ;
- коэффициент  $k_{10} = 0.65$ ;
- коэффициент  $\zeta_{10} = 1.06$ ;
- эквивалентная высота  $Z_e = 6.0 \text{ м}$ ;
- коэффициент корреляции ветровой нагрузки  $\nu = 0.9575$ .

### III.1.3. Определение значения ветровой нагрузки на средний кронштейн

Определение расчетного значения пиковой ветровой нагрузки (в соответствии с п. 11.2 [2] и п. 1.4 таблицы 3 [4])

#### 1.1 Исходные данные

- тип местности: В;
- ветровой район: I;
- пиковое знач. аэродинамического коэфф.  $C_p = -2.2$ ;
- коэффициент надежности по ветровой нагрузке  $\gamma_f$ :  
 1.4 - при расчете по предельным состояниям 1-й группы [2]  
 1.0 - при расчете по предельным состояниям 2-й группы [2]
- площадь сбора ветровой нагрузки  
 $A = 1.5 \text{ м}^2$ ;
- эквивалентная высота  $Z_e = 6.0 \text{ м}$ ;

#### 1.2 Результат расчета значения ветровой нагрузки

Расчетное значение пиковой ветровой нагрузки:  
 $W_p = W \cdot k(Z_e) \cdot [1 + \zeta(Z_e)] \cdot C_p \cdot \gamma_f =$   
 $= -81.51 \text{ кг/м}^2 = -0.79 \text{ кН/м}^2$

где  
 - нормативное давление ветра  
 $W = 0.23 \text{ МПа}$ ;
- коэффициент изменения давления ветра:  
 $k(Z_e) = k_{10} \cdot (Z_e/10)^{2\alpha} = 0.52$ ;
- коэффициент изменения пульсаций давления ветра:  
 $\zeta(Z_e) = \zeta_{10} \cdot (Z_e/10)^{-\alpha} = 1.17$ ;
- коэффициент  $\alpha = 0.2$ ;
- коэффициент  $k_{10} = 0.65$ ;
- коэффициент  $\zeta_{10} = 1.06$ ;
- эквивалентная высота  $Z_e = 6.0 \text{ м}$ ;
- коэффициент корреляции ветровой нагрузки  $\nu = 1.0$ .

### III.2. Определение значения вырывающего усилия для опорных элементов от действия ветровой нагрузки

Вычисленные значения опорных реакций в соответствии со значением нагрузки:  
 - опорная реакция (вырывающее усилие) от действия ветровой нагрузки для нижнего кронштейна  
 $R_1 = W_p \cdot A_1 = -1.119 \text{ кН}$ ;

- опорная реакция (вырывающее усилие) от действия ветровой нагрузки для среднего кронштейна

# ПО Glass Statics [модуль расчета статики алюминиевых витражных конструкций] (5)

III.2. Определение значения выходящего усилия для элементов от действия ветровой нагрузки

Вычисленные значения опорных реакций в соответствии со значением нагрузки:

- опорная реакция (вырывающее усилие) от действия ветровой нагрузки для нижнего кронштейна  $R1 = Wp1 \cdot A1 = -1.119 \text{ кН}$ ;
- опорная реакция (вырывающее усилие) от действия ветровой нагрузки для среднего кронштейна  $R2 = Wp2 \cdot A2 = -2.1811 \text{ кН}$ ;
- опорная реакция (вырывающее усилие) от действия ветровой нагрузки для верхнего кронштейна  $R3 = Wp3 \cdot A3 = -1.199 \text{ кН}$ .

Принимая во внимание полученные выше значения  $R1...R3$  и ранее (в пункте I) вычисленные значения опорных реакций, в дальнейшем расчетах принимаются следующие выбранные минимальные значения:

- значение опорной реакция для нижнего кронштейна  $R1 = -1.119 \text{ кН}$ ;
- значение опорной реакция для среднего кронштейна  $R2 = -2.3825 \text{ кН}$ ;
- значение опорной реакция для верхнего кронштейна  $R3 = -1.199 \text{ кН}$ .

III.3. Определение нагрузки от собственного веса конструкции

Нагрузка от веса расчетного участка конструкции принята  $P = 2.9998 \text{ кН}$ .

Примечание: выбранный усредненный вес каркаса конструкции + вес светопрозрачного заполнения, с учетом коэффициентов надежности по нагрузке  $\gamma_f = 1,05$  для конструкции из металла и  $\gamma_f = 1,1$  для собственного веса стекла.

III.4. Расчет прочности крепления кронштейнов к несущим конструкциям здания

Верхняя опора каркаса.



Расчётная схема, рассматриваемой опоры каркаса, представляет собой ОПОРНЫЙ кронштейн, стальной элемент анкерного крепления которого, перерезается от действия ветровой и эксплуатационной нагрузки в плоскости соединения двух элементов - опорной пластины кронштейна и несущей плоскости конструкции здания.

- для данного конструктивного исполнения опорного элемента, в соответствии с "Руководством по анкерному

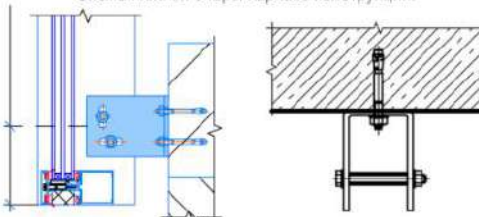
Верхняя опора каркаса.

Расчётная схема, рассматриваемой опоры каркаса, представляет собой ОПОРНЫЙ кронштейн, стальной элемент анкерного крепления которого, перерезается от действия ветровой и эксплуатационной нагрузки в плоскости соединения двух элементов - опорной пластины кронштейна и несущей плоскости конструкции здания.

- для данного конструктивного исполнения опорного элемента, в соответствии с "Руководством по анкерному креплению", рекомендуется механический пластиковый рамный анкер для одиночного крепления с расчетным сопротивлением сдвигу  $5 \text{ кН} - 1.19 \text{ кН}$ .

Примечание: при монтаже к стальным несущим конструкциям здания требуется уточненный расчет точек крепления, в зависимости от типа конструктивного исполнения.

Схема нижней опоры каркаса конструкции.



Расчет нижней опоры каркаса.

Расчётная схема, рассматриваемой опоры каркаса, представляет собой НЕСУЩИЙ кронштейн, работающий как консоль и передающий нагрузку на несущее основание через анкерное крепление и подошву опоры. В данной конструкции неизвестной расчётной величиной является значение вырывающего усилия анкерного крепления, определяемое экспериментальным способом на объекте строительства согласно СТО 44416204-010-2010 "Крепления анкерные. Метод определения несущей способности по результатам натурных испытаний".

Полученная величина несущей способности должна быть выше значения внешней силы, приходящей на соответствующее крепление, значение которой определяется расчетом:

- материал строительного основания: "Бетон с трещинами"
- Параметры кронштейна для расчета значения вырывающего усилия:
- всего точек крепления в одной опоре - 2 шт
- плечо силы  $P: l = 150 \text{ мм}$
- размер  $h = 80 \text{ мм}$
- расчетное вырывающее усилие для одной верхней точки крепления кронштейна -  $6.18 \text{ кН}$
- расчетное вырывающее усилие для одной нижней точки крепления кронштейна -  $0.55 \text{ кН}$

Примечание: вырывающее усилие рассчитано с учетом

11:18

Выход

В соответствии с исходными данными и проведенными вычислениями, ВЫБРАННЫЙ артикул элементов каркаса светопрозрачной конструкции профильной системы ALUFAR FT50 - УДОВЛЕТВОРЯЕТ требованиям прочности и жесткости.

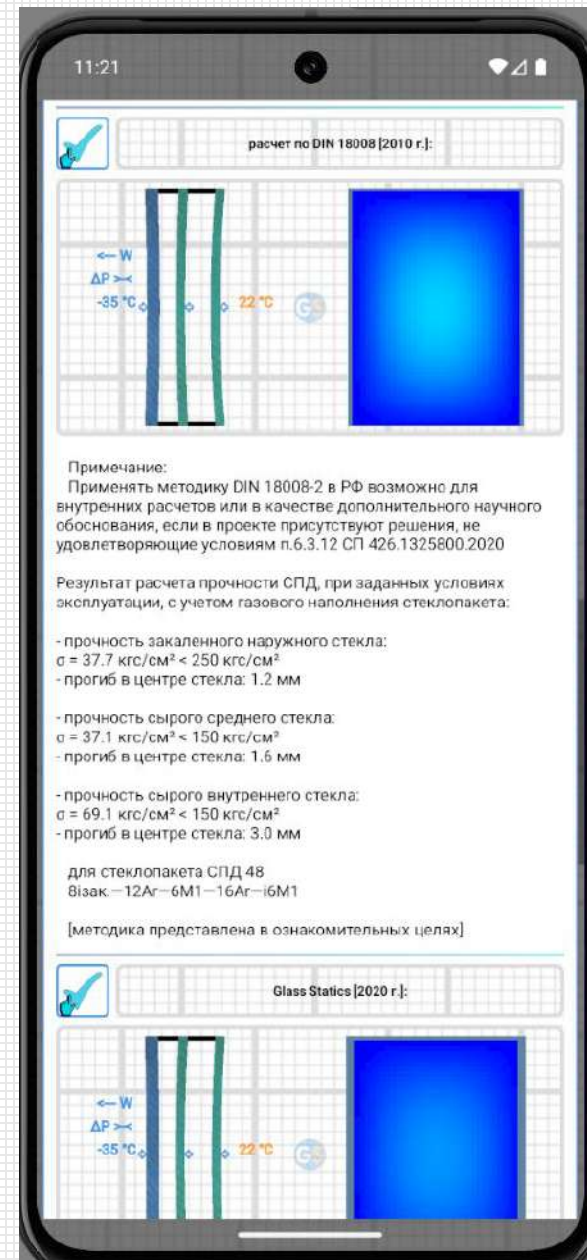
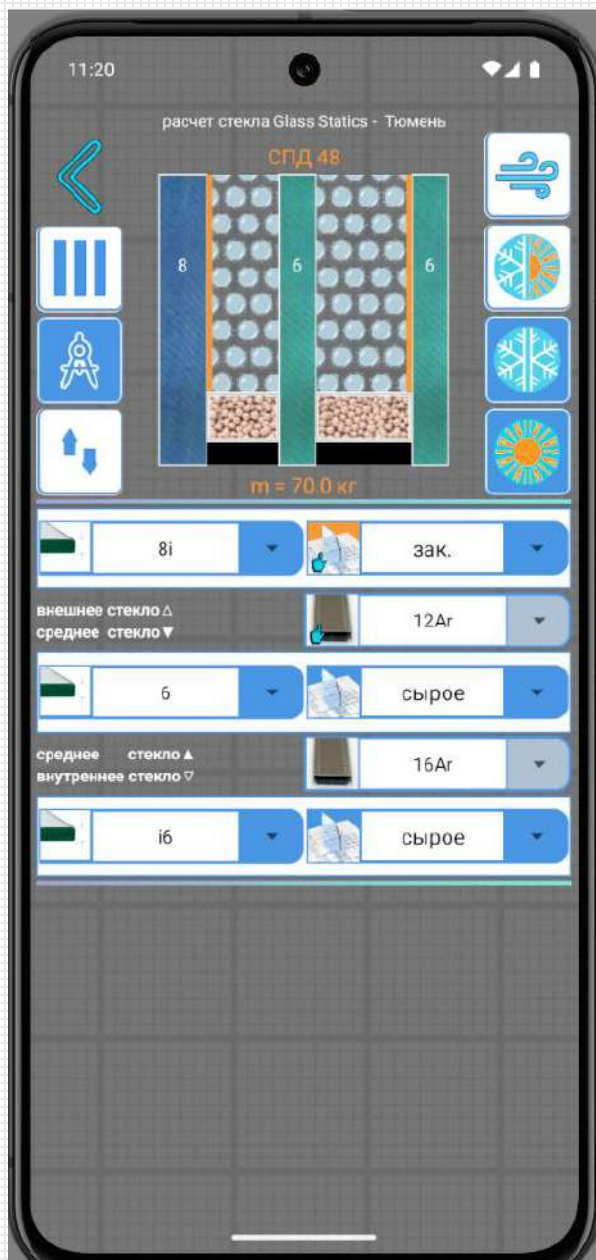
Система профилей в расчете: ALUFAR FT50  
стойка - 04\_01\_10  
 $J_x = 1178.73 \text{ см}^4$   
 $W_x = 99.22 \text{ см}^3$   
 $I_x = 7.89 \text{ см}$

Примечание:  
- дополнительные данные, по выбранной системе профилей, смотреть в альбоме технических решений производителя системы.

Список литературы

1. СП 16.13330.2017 "Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81\*" (с Поправкой, с Изменением N 1)
2. СП 20.13330.2016 "Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85\*" (с Изменением N 1)
3. СП 128.13330.2016 "Алюминиевые конструкции. Актуализированная редакция СНиП 2.03.03-85"
4. МДС 31-8.2002 "Рекомендации по проектированию и устройству фонарей для естественного освещения помещений" Москва 2002.
5. ГОСТ Р 56926-2016 "Конструкции оконные и балконные различного функционального назначения для жилых зданий. Общие технические условия"
6. ГОСТ 22233-2025 "Профили прессованные из алюминиевых сплавов для ограждающих конструкций. Технические условия"
7. Справочник проектировщика. Т1. под ред. Уманского, Москва 1972 г.
8. Алюминиевые конструкции. Справочное пособие. М.: Стройиздат, 1978 г.
9. Биргер И.А. "Прочность. Устойчивость. Колебания" Том 1, М. 1968 г.
10. Галямичев А.В. "Специфика определения нагрузок на ограждающие конструкции и её влияние на результаты их статического расчета" Интернет-журнал "Науковедение" ISSN 2223-5167 Том 7, №2 (2015).
11. Галямичев А.В. "Ветровая нагрузка и её действие на фасадные конструкции" Строительство уникальных зданий и сооружений. ISSN 2304-6295, 9 (60) 2017, 44-57
12. Гребенкин В.З. Техническая механика : учебник и практикум для СПО / В.З. Гребенкин, Р.П. Заднепровский, В.А. Летягин ; под ред. В.З. Гребенкина, Р.П. Заднепровского - М. : Издательство Юрайт, 2018. - 390 с. - (Серия : Профессиональное образование).
13. Дудяк А. И. Определение перемещений при изгибе составных балок из неоднородных материалов методом начальных параметров / А. И. Дудяк, О. И. Гурковская // Теоретическая и прикладная механика. Выпуск 29 : Сборник научных трудов кафедры механики. - М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2018. - С. 10-14.

# ПО Glass Statics [модуль расчета статики светопрозрачных заполнений] (1) СПО /СПД (в т.ч. триплекс)



# ПО Glass Statics [модуль расчета статики светопрозрачных заполнений] (2)

11:22

Glass Statics [2020 г.]:

Результат расчета прочности стеклопакета 1000мм × 1400мм, при заданных условиях эксплуатации, с учётом газового наполнения стеклопакета:

- прочность закаленного наружного стекла:  
 $\sigma = 39.5 \text{ кгс/см}^2 < 250 \text{ кгс/см}^2$   
 - прогиб в центре стекла: 0.87 мм.
- прочность сырого среднего стекла:  
 $\sigma = 64.9 \text{ кгс/см}^2 < 150 \text{ кгс/см}^2$   
 - прогиб в центре стекла: 1.91 мм.
- прочность сырого внутреннего стекла:  
 $\sigma = 75.2 \text{ кгс/см}^2 < 150 \text{ кгс/см}^2$   
 - прогиб в центре стекла: 2.22 мм.

для стеклопакета СПД 48  
Визак - 12Ar-6M1-16Ar-i6M1

- расчет проведен с учётом климатических нагрузок
- расчет проведен с учётом ветровых нагрузок [По шкале Бофорта - "шторм", скорость порывов ветра до 22.0 м/с, в соответствии с значением ветровой нагрузки -30.74 кгс/м²]

Расчет на соответствие классу защиты по ГОСТ30698-2014  
- не проведен: внутреннее стекло не является закаленным (необходимое условие для классов СМ).

OX: [100Гц\_верх басы | низк.средние | средн.средние...3150Гц]  
 OY: [уровень шума: 0дБ ... < 35дБ < ... 80дБ]

11:23

расчет стекла Glass Statics - Тюмень

СПД 68

$m = 126.0 \text{ кг}$

8.8.2    закал.    закл.

внешнее стекло Δ  
среднее стекло ▾    14Ar

8    сырое    сырое

среднее стекло ▲  
внутреннее стекло ▾    18Ar

6.6.2    сырое    сырое

11:23

Расчет акустической изоляции СПО

расчет по СП275.1325800.2016:

Примечание к графику частотной изоляции воздушного шума конструкцией СПО:

- индекс частотной характеристики изоляции воздушного шума:  
 $R_w = 38 \text{ дБ}$ ;
- транспортный индекс изоляции воздушного шума:  
 $R_a = 27 \text{ дБА}$ .

Координаты характерных точек частотной характеристики:

- т. А (0100 Гц, 22 дБ)
- т. Е (0160 Гц, 22 дБ)
- т. F (0200 Гц, 22 дБ)
- т. В (1600 Гц, 48 дБ)
- т. К (1600 Гц, 48 дБ)
- т. С (3150 Гц, 54 дБ)
- т. L (3150 Гц, 54 дБ)

Для СПО: стекло 4 мм / газ 16 мм / стекло 4 мм.

статический расчет

расчет по СН 481-75 [1975 г.]:

Примечание:  
п.6.3.12 Упрощенный расчет прочности стекол в стеклопакете

# ПО Glass Statics [модуль расчета статики светопрозрачных заполнений] (3)

11:20

Glass Statics [2022 г.]:

Результат расчета прочности стеклопакета 1000мм × 1400мм, при заданных условиях эксплуатации:

- прочность сырого наружного стекла:  
 $\sigma = 15.6 \text{ кгс/см}^2 < 150 \text{ кгс/см}^2$   
 - прогиб в центре стекла - 0.69 мм.
- прочность сырого среднего стекла:  
 $\sigma = 24.6 \text{ кгс/см}^2 < 150 \text{ кгс/см}^2$   
 - прогиб в центре стекла - 1.09 мм.
- прочность закаленного внутреннего стекла:  
 $\sigma = 15.8 \text{ кгс/см}^2 < 250 \text{ кгс/см}^2$   
 - прогиб в центре стекла - 0.36 мм.

для стеклопакета СПД 40:  
 4M1-10-4M1-10-6.6.2зак.

- расчет проведен с учётом климатических нагрузок [Оптические искажения (нар.): незаметные. Геометрический прогиб стекла находится в пределах эстетического допуска ( $f/l \leq 1/300$ ). Радиус искажающей кривизны 179.2 м - составляет более 50 метров, что согласно методике МГСУ (П.В. Стратий и др.) обеспечивает отсутствие визуально различного эффекта „линзы“]
- расчет проведен с учётом ветровых нагрузок [По шкале Бофорта — „шторм“, скорость порывов ветра до 22.0 м/с, в соответствии с значением ветровой нагрузки -30.74 кгс/м<sup>2</sup>]

Стеклопакет соответствует классу защиты 1 (B)2 по ГОСТ\_EN\_12600-2015 (ударостойкость при падении тела с высоты 0.45 м).  
 Итоговое напряжение в стекле [Max principal stress]:  
 140.61 (Н/мм<sup>2</sup>)  
 Примечание:  
 Проверочный расчет динамических напряжений выполнен по стандартизированной инженерной методике DIN EN 12600.

11:26

$m = 21.0 \text{ кг}$

общие данные расчета

- значение пиковой ветровой нагрузки в расчете:  
 $W_p = -30.74 \text{ кгс/м}^2$
- высота расположения конструкции:  
 $h \approx 5.0 \text{ м}$ .
- ширина стекла триплекс в расчете:  
 $L = 1000 \text{ мм}$
- высота стекла триплекс в расчете:  
 $H = 1400 \text{ мм}$
- формула стекла триплекс в расчете: 3.3.2
- площадь заполнения:  
 $S = 1.4 \text{ м}^2$
- масса:  
 $m = 21.0 \text{ кг}$
- значение ветровой нагрузки:  
 $w = -30.74 \text{ кгс/м}^2$

статический расчет

Glass Statics [2022 г.]:

Расчет прогиба в центре стекла для сырого стекла триплекс формулы 3.3.2 установленного в фасадную или оконную систему и прижатого уплотнителем по периметру, снаружи и изнутри:  
 $f = 8.14 \text{ мм}$ .  
 $f = 8.14 \leq 14.0 \text{ мм}$ .  
 - прочность сырого стекла триплекс 3.3.2:  
 $\sigma = 80.09 \text{ кгс/см}^2 < 150 \text{ кгс/см}^2$

Данные должны быть проверены и утверждены специалистом по расчету конструкций на стадии проектирования.

11:27

$w = -30.74 \text{ кгс/м}^2$

статический расчет

расчет по ГОСТ Р 56926 [2016 г.]:

Определение требуемой толщины стекла в конструкциях балконного остекления при действии пиковой ветровой нагрузки\* только для стекол, опираемых на четыре стороны.

\* Измененная редакция, Изм. N 1.(дата введения 2021-05-01)

Минимальная требуемая толщина стекла по расчету:  
 $\delta = 9.0 \text{ мм} \geq 8.5 \text{ мм}$ . (для сырого стекла)  
 - сопротивление стекла на растяжение - 15.0 МПа.

В случае использования триплекса расчет проводят только для стекла, находящегося со стороны приложения нагрузки. Совместную работу стекол и прочность пленки в расчете не учитывают.

расчет по МДС 31-8.2002:

Толщина стекла, располагаемого вертикально, в светозащитных фонарях определяется расчетом на ветровые нагрузки. Элементы светопропускающего заполнения из стекла рассчитываются только по прочности.

Минимальная требуемая толщина стекла по расчету:  
 $\delta = 9.0 \text{ мм} \geq 8.5 \text{ мм}$ . (для сырого стекла)  
 - сопротивление стекла на растяжение - 15.0 МПа.

расчет по формуле Маркуса:

Требуемая толщина одинарной пластины стекла в вертикальном расположенном окне при равномерно распределенной ветровой нагрузке определяется с помощью формулы Маркуса -  
 $\delta = 7.0 \text{ мм} \geq 6.5 \text{ мм}$  - для сырого стекла.

расчет прогиба стекла:

ПО Glass Statics [модуль расчета статики светопрозрачных заполнений] (4 – моллированное остекление СПО/СПД)

9:29

расчет стекла Glass Statics - Тюмень

1400 мм

958 мм

**печать PDF**

статический расчет

Glass Statics [2022 r.]

← W  
ΔP >= -35.0°C  
t1 = 22.0°C

- развернутая длина дуги стеклопакета:  
L = 1000 мм
- высота стеклопакета в расчете:  
H = 1400 мм
- площадь стеклопакета:  
S = 1.4 м<sup>2</sup>
- расчетная температура внутри помещения:  
t1 = 22.0°C
- расчетная зимняя температура наружного воздуха:  
t2 = -35.0°C
- значение ветровой нагрузки:  
w = -61.57 кгс/м<sup>2</sup>

При расчете прочности стеклопакета, каждое стекло, входящее

9:30

расчет стекла Glass Statics - Тюмень

СПО 24

4

4

m = 35.0 кг

**печать PDF**

статический расчет

Glass Statics [2026 r.]

← W  
ΔP >= -35.0°C  
t1 = 22.0°C

- развернутая длина дуги стеклопакета:  
L = 1250 мм
- высота стеклопакета в расчете:  
H = 1400 мм
- площадь стеклопакета:  
S = 1.75 м<sup>2</sup>
- расчетная температура внутри помещения:  
t1 = 22.0°C
- расчетная зимняя температура наружного воздуха:  
t2 = -35.0°C
- значение ветровой нагрузки:  
w = -49.68 кгс/м<sup>2</sup>

При расчете прочности стеклопакета, каждое стекло, входящее

9:31

Save as PDF

Copies: 1 Paper size: ISO A4

PDF

ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТЧЕТ GLASS STATIC  
ПРОЧНОСТНОЙ РАСЧЕТ МОЛЛИРОВАННОГО СТЕКЛОПАКЕТА  
ТЮМЕНСКАЯ ОБЛАСТЬ ТЮМЕНЬ

развернутая длина дуги стеклопакета:  
L = 1250 мм

высота стеклопакета в расчете:  
H = 1400 мм

площадь стеклопакета:  
S = 1.75 м<sup>2</sup>

расчетная температура внутри помещения:  
t1 = 22.0°C

расчетная зимняя температура наружного воздуха:  
t2 = -35.0°C

значение ветровой нагрузки:  
w = -49.68 кгс/м<sup>2</sup>

При расчете прочности стеклопакета, каждое стекло, входящее в него состав, рассчитывает отдельно в зависимости от расположения на всего нагрузка в соответствии с СП 20.13338 с учетом проницаемости стеклопакета. Дополнительно необходимо учитывать пассивные нагрузки, возникающие вследствие перепада температуры, атмосферного давления и изменения высоты ветра. Моллионы относительно жестко собираются стеклопакетами, СПО/СПД, СПО/СПД 2003. Внутреннюю поверхность светопрозрачные элементы и обрамлениями.

СПД 32 мм: 8мм - 16 - 8мм - 10 - 8мм,  
радиус моллирования: 1976 мм

прочность закаленного наружного стекла:  
σ = 4.9 кгс/см<sup>2</sup> < 250 кгс/см<sup>2</sup>

прочность закаленного среднего стекла:  
σ = 10.5 кгс/см<sup>2</sup> < 250 кгс/см<sup>2</sup>

прочность закаленного внутреннего стекла:  
σ = 10.5 кгс/см<sup>2</sup> < 250 кгс/см<sup>2</sup>

прочность моллированного стекла: 0.08 мм

Вид	Испыт	Испыт	Испыт	Испыт	Испыт	Испыт	Испыт

Технический отчет моллированного СПД

1/2

σ = 10.5 кгс/см<sup>2</sup> < 250 кгс/см<sup>2</sup>

прочность моллированного стекла: 0.14 мм

Примечание:  
- предусмотрено в пределах эксплуатационной нормы.  
- нелинейная деформация опорного контура и условия зон стеклопакета,  
- ввиду приближенного характера аналитической модели рекомендуется использовать поправочный коэффициент по формуле:  
k = 1.05 (где k - коэффициент поправки на нелинейность деформации).  
- полученные результаты расчета носят теоретический характер и подлежат обязательной верификации путем экспериментального подкрепления.  
- методика физического моделирования и статическая эксплуатация II соответствуют с ГОСТ ISO 11465-2-2013, геометрических пределов температурных деформаций.

# ПО Glass Statics [теплотехнический модуль]

11:07

Упрощённый расчёт вероятности образования конденсата на внутренней поверхности оконной конструкции, при заданных условиях эксплуатации

тип помещения в расчёте ▾

1.1 Жилые, гостиницы и общежития ▾

для выбранного профиля рамы в расчёте ▾

выбор профиля  
профиль не выбран 0.60 м²С/Вт ▾

[в соответствии с данными открытых источников или результатами сертификационных испытаний]

значение сопротивления теплопередаче в центральной части стеклопакета в соответствии с результатом сертификационных испытаний ▾

0.7 м²С/Вт ▾

значение относительной влажности воздуха внутри помещения, в соответствии с данными проведённых измерений ▾

45% ▾

температура на улице, в соответствии с данными проведённых измерений ▾

-30°C ▾

температура в помещении, в соответствии с данными проведённых измерений ▾

21°C ▾

←

Температура точки росы:  
t = +8.6°C

\* в соответствии с СП50.13330. Температура

11:08

Примечания к расчёту:

— при заданных условиях эксплуатации, **СУЩЕСТВУЕТ** вероятность образования **КОНДЕНСАТА** на внутренней поверхности стекла оконной конструкции.

Количество конденсируемой влаги возможно оценить визуально, в соответствии с упрощенной схемой термограммы фрагмента оконной конструкции, построенной с учётом исходных данных.

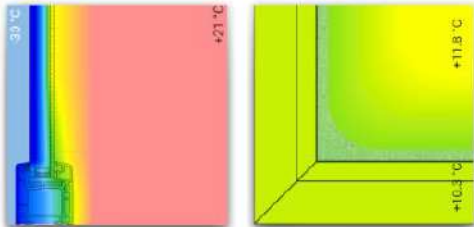
[подробнее на канале Glass Statics – [www.youtube.com](http://www.youtube.com)]

(!) При заданных условиях эксплуатации, для региона строительства – Тюмень – рекомендуется выбор профиля рамы конструкции с более высоким значением сопротивлению теплопередаче [рекомендуемое R ≥ 0.73 м²С/Вт].

(!) При заданных условиях эксплуатации, для региона строительства – Тюмень – рекомендуется выбор стеклопакета с более высоким значением сопротивлению теплопередаче [рекомендуемое R ≥ 0.73 м²С/Вт].

— рекомендуемые значения приведенного сопротивления теплопередаче профилей рамы изделия не должно быть ниже этого показателя для стеклопакетов более чем на 15%.

Жилые помещения, гостиницы и общежития  
Тюмень  
[схема термограммы фрагмента оконной конструкции]



GlassStatics.ucoz.site

Примечание:  
— профиль рамы оконной конструкции показан условно;  
— схематично обозначены области вероятного выпадения конденсата.

11:08

ГОСТ 30694-2011 Методический стандарт. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещении  
13.07.2012 10:40

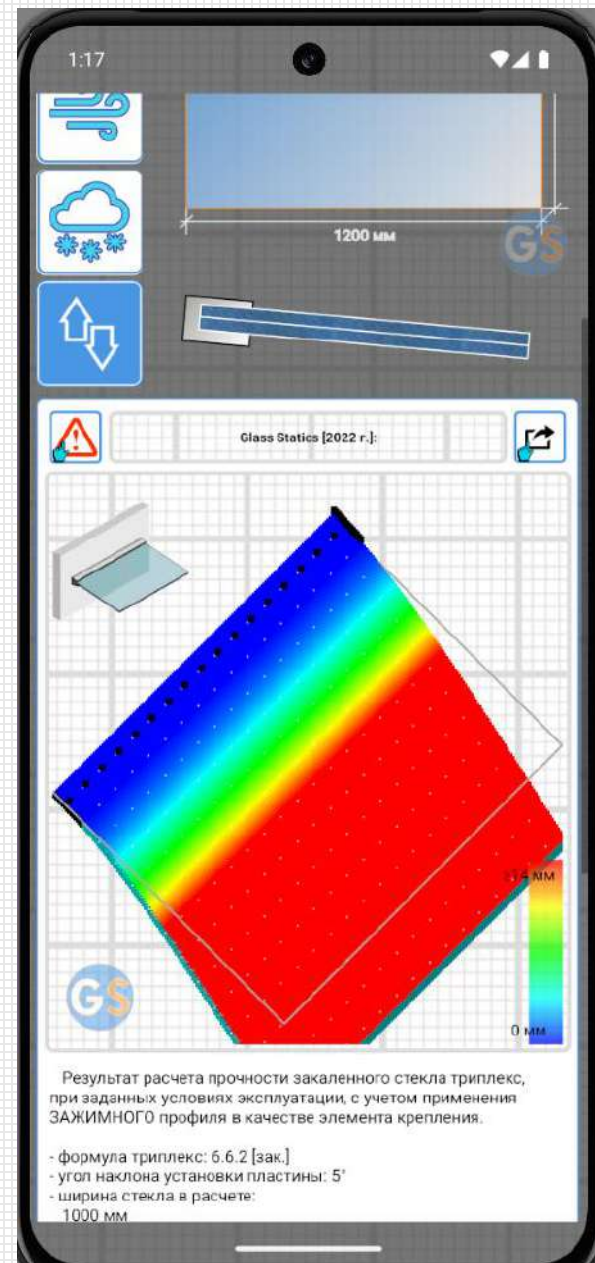
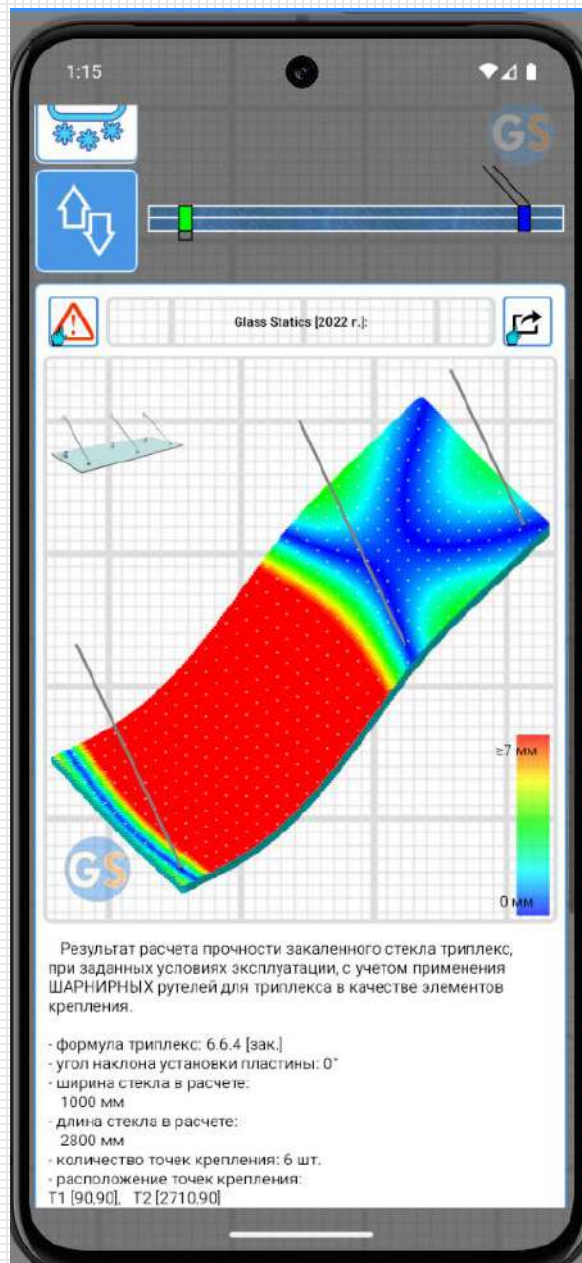
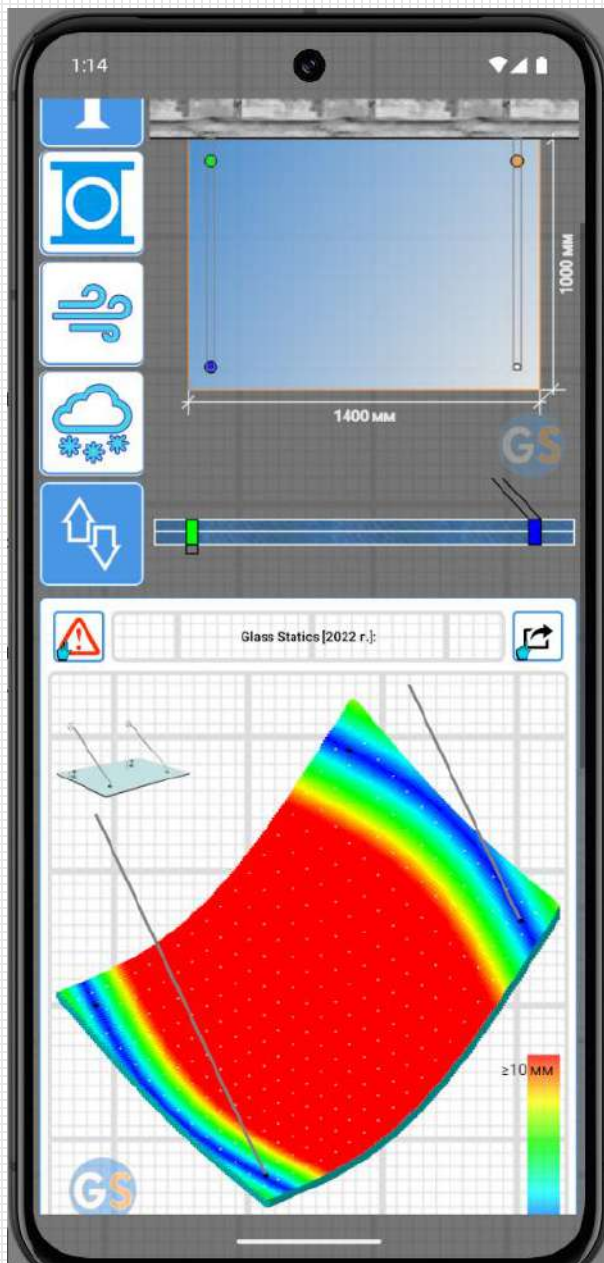
Оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в обслуживаемой зоне помещений жилых зданий и общежитий

Таблица 1

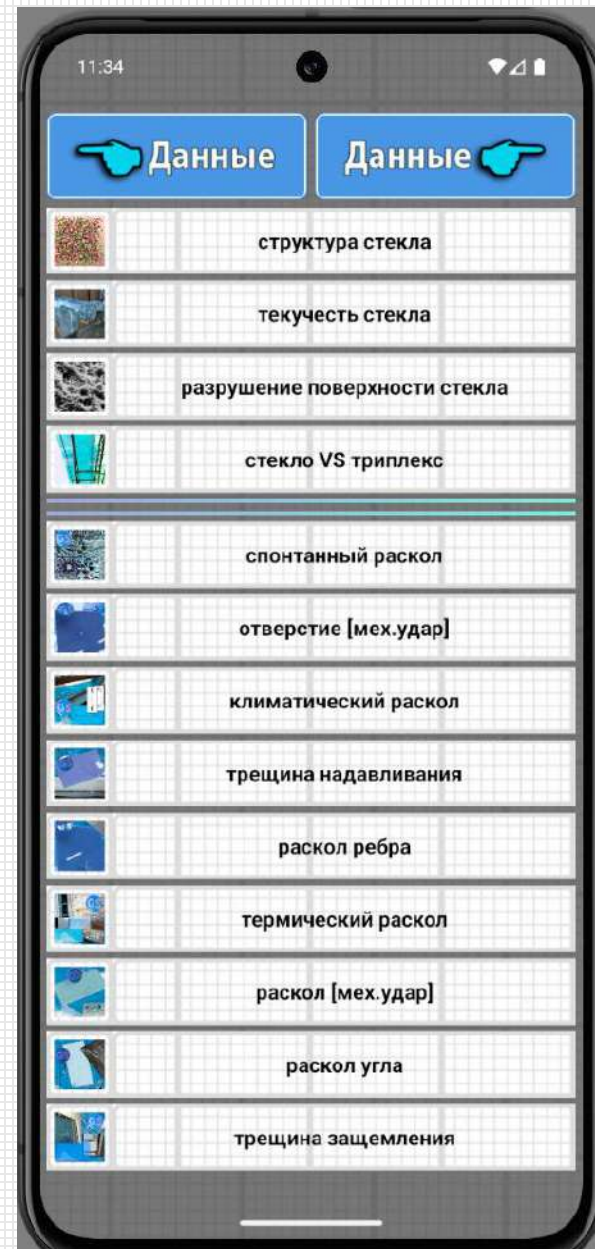
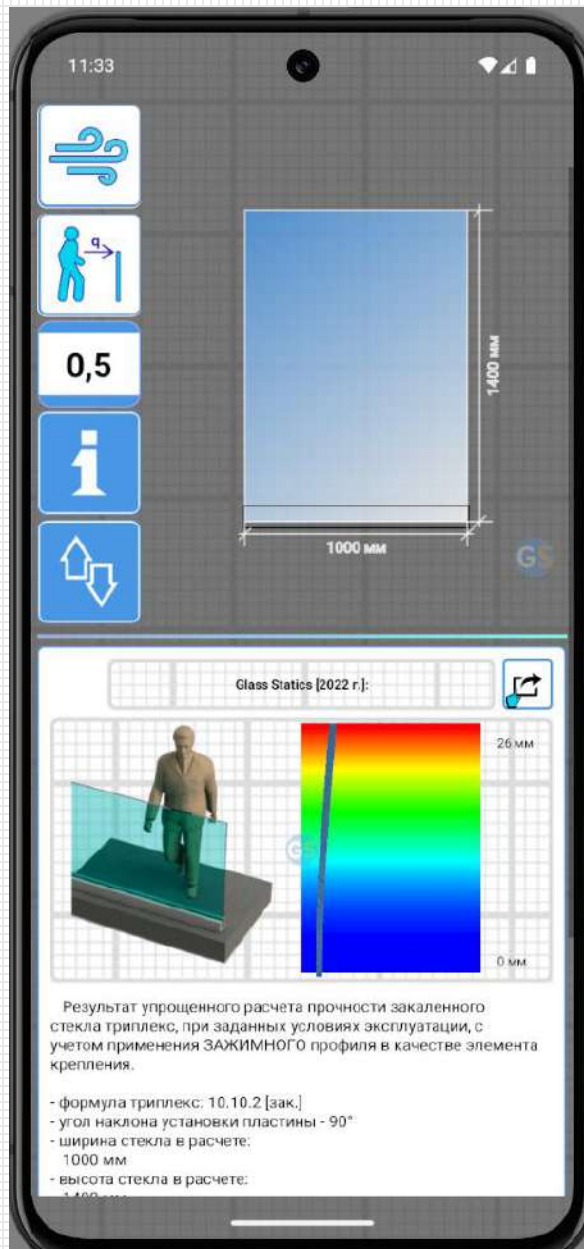
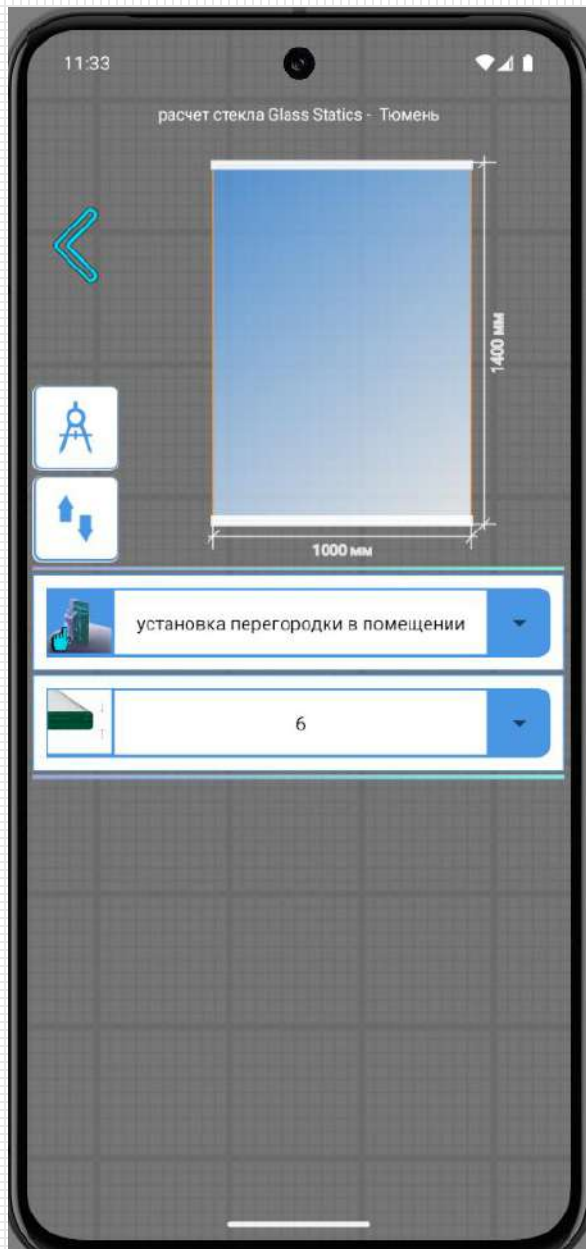
Помещение	Влажность воздуха	Температура воздуха, °С		Полусредняя температура, °С		Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/с	
		летняя	зимняя	летняя	зимняя	летняя	зимняя	летняя	зимняя
Жилая комната	20 - 22	18 - 24 (20 - 24)	19 - 20	17 - 23 (19 - 23)	45 - 30	60	0,15	0,2	
Жилая комната и рабочие с температурой наиболее жаркой воздушной среды помещений (объемы помещений 0,92 и более 31 °С и выше)	21 - 23	20 - 24 (22 - 24)	20 - 22	18 - 23 (21 - 23)	45 - 30	60	0,15	0,2	
Кухня	19 - 21	18 - 24	18 - 20	17 - 25	до нормируется	до нормируется	6,15	0,2	
Туалет	19 - 21	18 - 24	18 - 20	17 - 25	до нормируется	до нормируется	6,15	0,2	
Ванная, совмещенный санузел	24 - 26	18 - 26	23 - 27	17 - 26	до нормируется	до нормируется	6,15	0,2	
Помещение для отдыха и учебных занятий	20 - 22	18 - 24	19 - 21	17 - 23	45 - 30	60	0,15	0,2	
Междверный проход	19 - 20	16 - 22	17 - 19	15 - 21	45 - 20	60	до нормируется	до нормируется	
Вестибюль, лестничная клетка	16 - 18	14 - 20	15 - 17	13 - 19	до нормируется	до нормируется	до нормируется	до нормируется	
Кладовые	16 - 18	12 - 22	13 - 17	11 - 21	до нормируется	до нормируется	до нормируется	до нормируется	
Жилая комната	22 - 25	20 - 28	22 - 24	18 - 27	60 - 30	65	0,2	0,3	

Примечание: \* Значения в скобках относятся к домам для престарелых и инвалидов.

# ПО Glass Statics [статика защитных козырьков из стекла]




# ПО Glass Statics [дополнительные модули]



# ПО Glass Statics [дополнительные модули]

1:20



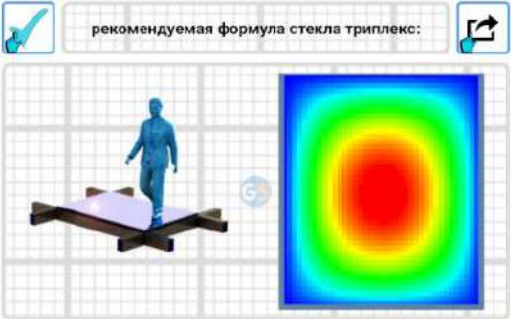
1200 мм  
1000 мм

**общие данные расчета**

- ширина стекла в расчете:  
 $B = 1000 \text{ мм}$
- длина стекла в расчете:  
 $H = 1200 \text{ мм}$
- площадь заполнения:  
 $S = 1.2 \text{ м}^2$

**статический расчет**

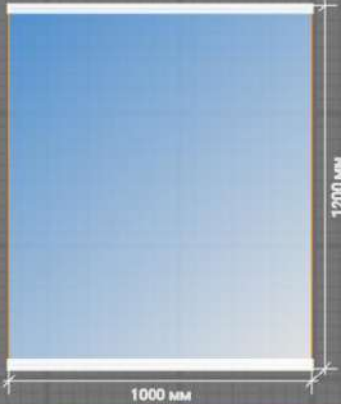
рекомендуемая формула стекла триплекс:



- размеры пластины: 1000 мм x 1200 мм;
- нормативное значение нагрузки: 1.5 кПа;
- тип опирания: по четырем сторонам.

1. Тип стекла - триплекс.
2. Рекомендуемая формула триплекса:  
8.0мм. x 8.0мм. x 8.0мм.
3. Масса пластины триплекс:  $m \approx 72.0 \text{ кг}$ ,  
- толщина  $t \approx 24.76 \text{ мм}$ .
4. Максимальный прогиб - менее 2.1 мм.

1:21



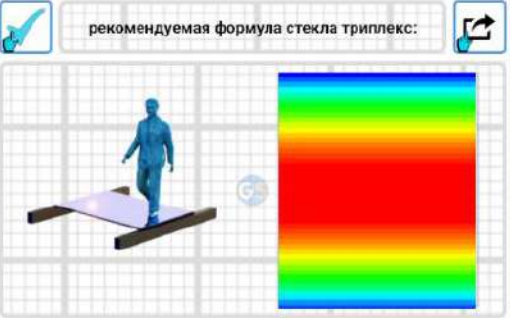
1200 мм  
1000 мм

**общие данные расчета**

- ширина стекла в расчете:  
 $B = 1000 \text{ мм}$
- длина стекла в расчете:  
 $H = 1200 \text{ мм}$
- площадь заполнения:  
 $S = 1.2 \text{ м}^2$

**статический расчет**

рекомендуемая формула стекла триплекс:



- размеры пластины: 1000 мм x 1200 мм;
- нормативное значение нагрузки: 1.5 кПа;
- тип опирания: по двум сторонам.

1. Тип стекла - триплекс.

1:24

расчет стекла Glass Statics - Тюмень



1200 мм  
1000 мм

**печать PDF**

- ширина стеклопакета в расчете:  
 $L = 1000 \text{ мм}$
- высота стеклопакета в расчете:  
 $H = 1200 \text{ мм}$
- площадь стеклопакета:  
 $S = 1.2 \text{ м}^2$
- расчетная температура внутри помещения:  
 $t1 = 22.0^\circ\text{C}$
- расчетная температура наружного воздуха:  
 $t2 = -35.0^\circ\text{C}$
- значение ветровой нагрузки:  
 $w = -30.74 \text{ кгс/м}^2$

При расчете прочности стеклопакета по ГОСТ 24866 каждое стекло, входящее в его состав, рассчитывают отдельно в зависимости от действующих на него нагрузок в соответствии с СП 20.13330 с учетом герметичности стеклопакета.  
Дополнительно необходимо учитывать постоянные нагрузки, возникающие вследствие перепадов температуры, атмосферного давления и изменения высоты места монтажа относительно места сборки стеклопакета. [СП 426.1325800.2020 Конструкции ограждающие светопрозрачные зданий и сооружений]

**расчет сопротивления теплопередаче**

теплотехнический расчет стеклопакета по ГОСТ EN 673 [2016 г.]:



# GlassStatics

Glass Statics 2 PRO - программный комплекс для оперативных предварительных расчетов в фасадной сфере строительного проектирования, представляющий собой цифровое рабочее место инженера-конструктора, проектировщика фасадных систем и эксперта по светопрозрачным конструкциям. Комплекс позволяет работать как на мобильных устройствах в условиях строительного объекта или встрече с заказчиком, так и на ПК (Windows / macOS) через стандартные виртуальные среды.

В отличие от базовых калькуляторов Glass Statics, версия 2 PRO предлагает сквозной инженерный расчет, объединяющий статику и динамику светопрозрачного заполнения, теплотехнику, акустику и прочностной анализ несущего каркаса светопрозрачной алюминиевой конструкции в соответствии с актуальной нормативной базой (СП, ГОСТ и DIN).

### 1. Модуль расчета статики алюминиевых витражных конструкций

Программа позволяет выбрать конкретную систему профилей и рассчитать несущую способность вертикальной стойки каркаса:

- метод начальных параметров: для точного нахождения изгиба, перемещений и реакций опор многопролетной балки (стойки) применяется классический метод начальных параметров с автоматическим решением систем линейных уравнений.

- построение эпюр: приложение визуализирует и рассчитывает эпюры перерезывающих сил, изгибающих моментов и чистых перемещений изогнутой оси балки.

Комплексная проверка стойки витражной конструкции:

- по условию прочности: расчет нормальных напряжений от изгибающей нагрузки по СП 128.13330 (для алюминия) с учетом моментов сопротивления сечения и коэффициентов условий работы;

- центральное сжатие и растяжение: проверка прочности элементов при действии продольных усилий;

- по условию жесткости: автоматическое сопоставление вычисленного максимального прогиба профиля с предельно допустимым по нормативным требованиям;

- проверка консолей: расчет вылетов и перемещений консольных участков с контролем жесткости;

- устойчивость и гибкость: расчет сжатой стойки по условию гибкости (с учетом коэффициента расчетной длины и радиуса инерции) и по условию устойчивости (коэффициент продольного изгиба).

Расчет опорных элементов и нагрузок на узлы крепления:

- программа дифференцирует и вычисляет значения ветровых нагрузок, передающихся отдельно на нижний, средний и верхний кронштейны;

- определяет значение вырывающего усилия для анкерных элементов с учетом материала основания, геометрического вылета и эксцентриситета действующих сил.

## 2. Статика и геометрия светопрозрачных заполнений (СПО / СПД / триплекс)

Модуль предназначен для детального послойного анализа прочности и деформативности заполнения. В расчете учитывается совместная или раздельная работа стекол, климатические зоны и типы опирания стеклопакета:

- выбор формул и комбинаций СПО/СПД: расчет однокамерных (СПО) и двухкамерных (СПД) стеклопакетов произвольной толщины. Конструктор позволяет комбинировать в одном пакете сырое, закаленное стекло и многослойный триплекс;

- учет энергоэффективных покрытий: при формировании формулы стеклопакета для теплотехнических вычислений можно задавать низкоэмиссионные стекла с мягким (i-тип) и твердым (k-тип) напылением, что обеспечивает возможность уточненных расчетов сопротивления теплопередаче стеклопакета.

- учет пространственной ориентации: расчет вертикального и наклонного остекления с автоматическим разложением вектора нагрузок;

- вариативность условий опирания: переключение между схемами опирания по четырем сторонам (классический контур) и по двум сторонам;

- расчет моллированного (гнутого) остекления: функция расчета радиусных СПО и СПД. Программа учитывает развернутую длину дуги, высоту и радиус деформации;

- европейские методики: помимо отечественных стандартов, интегрирован статический расчет по стандарту DIN 18008, в качестве дополнительного научно-технического обоснования принимаемого проектного решения.

## 3. Моделирование защитных козырьков и стеклянных перегородок

PRO-версия также содержит модули для предварительного расчетного обоснования решений малых архитектурных форм и интерьерных решений:

Стеклянные козырьки и навесы: расчет прочности закаленного триплекса, установленного под наклоном или горизонтально, при воздействии ветровых и снеговых нагрузок. Поддерживается расчет конструкций на шарнирных рутелях

(точечное спайдерное крепление с фиксацией в 4, 6 или более точках с заданием точных координат) или на зажимном профиле.

Интерьерные перегородки и ограждения: расчет статики отдельно стоящих стеклянных перегородок, заземленных в зажимной профиль.

Цветовое картирование деформаций: приложение строит графические эпюры распределения изополей прогибов, позволяя визуально локализовать критические точки концентрации напряжений.

#### 4. Сбор нагрузок и климатическое моделирование

Glass Statics PRO автоматизирует сбор значений нагрузок необходимых в расчете.

Интегрированная база СП 20.13330.2016: автоматическое определение нормативного давления ветра по картам приложений (с возможностью точного выбора населенного пункта).

Учет типов местности и высотности: гибкая настройка типов местности и высоты расположения конструкции.

Пиковые нагрузки и аэродинамика: расчет пиковых значений ветрового давления, пульсационной составляющей, коэффициентов изменения давления и пульсаций, а также учет «угловых» (краевых) зон фасадов с повышенной аэродинамикой.

Внутреннее давление стеклопакета: расчет по ГОСТ 24866 и СП 426, учитывающий нагрузки, возникающие из-за перепадов температур внешней среды, расчетной внутренней температуры здания, колебаний атмосферного давления и изменения высоты над уровнем моря между местом сборки и местом монтажа стеклопакета (прогноз линзования).

#### 5. Теплотехнический и акустический модули

Теплотехнический расчет по ГОСТ EN 673: вычисление базового сопротивления теплопередаче стеклопакета с учетом межстекольного расстояния и газового наполнения (воздух, аргон, ксенон, криптон).

Прогноз образования конденсата: автоматический расчет температуры точки росы на основании относительной влажности внутри помещения и температурного режима (внутреннего и наружного воздуха в зимний период). Приложение строит схематичную термограмму фрагмента рамы и стекла, наглядно указывая зоны риска выпадения конденсата, и выдает рекомендации по подбору профиля и характеристикам заполнения.

Акустическая изоляция в соответствии с СП 275.1325800.2016 (также и по альтернативной методике): расчет индекса частотной характеристики изоляции воздушного шума и транспортного индекса с построением графика звукоизоляции в нормируемом диапазоне частот.

## 6. Безопасность

Оценка класса защиты по ГОСТ EN 12600-2015: позволяет выполнять поверочный расчет прочности конструкции при маятниковом ударе. Моделирование динамического воздействия производится по стандартизированной методике DIN EN 12600.

## 7. Генерация отчетов

Экспорт отчетов в JPG и PDF форматах: автоматическое формирование структурированного «Технического отчета» по результатам вычислений на листах формата ISO A4.