

## Оглавление

Введение. Общее описание приложения .....	2
Настройка проекта.....	4
Настройка типов проводников .....	5
Выбор и вставка оборудования.....	6
Расстановка крепежа.....	8
Поворот крепежа.....	12
Выгрузка спецификаций .....	14
Справка.....	15
Молниеприемная сетка .....	16
Токоотвод.....	17
Расстановка держателей.....	18
Контур заземления .....	20
Расстановка заземлителей .....	21
Расчет сопротивления .....	23

## Введение. Общее описание приложения

Плагин «EKF Молниезащита» предназначен для разработки BIM модели и частичной автоматизации выпуска документации раздела «Молниезащита и заземление».

При установке приложения в Autodesk Revit отобразится новая панель (см. рис. 1.1).

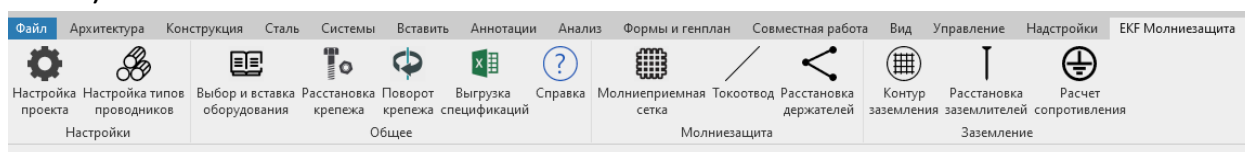


Рис. 1.1

Данный плагин содержит следующие кнопки:

1. «Настройка проекта» - Выполняет настройку открытого документа Revit для работы плагина.
2. «Настройка типов проводников» - Позволяет выбрать типы проводников, используемых плагином по умолчанию.
3. «Выбор и вставка оборудования» - Предоставляет электронный каталог оборудования приложения, содержащий основную информацию об оборудовании и позволяющий вставить экземпляр выбранного семейства в проект.
4. «Расстановка крепежа» - Позволяет автоматически расставить крепежные элементы для выбранного проводника.
5. «Поворот крепежа» - Позволяет повернуть под любым углом относительно оси проводника расставленный крепеж.
6. «Выгрузка спецификаций» - Позволяет выгрузить созданные спецификации в формат .xlsx (совместимый с Microsoft Excel).
7. «Справка» - Открывает руководство пользователя.
8. «Молниеприемная сетка» - Запускает инструмент создания молниеприемной сетки.
9. «Токоотвод» - Запускает инструмент создания токоотвода.
10. «Расстановка держателей» - Позволяет автоматически расставить кровельные держатели для молниеприемной сетки.
11. «Контур заземления» - Запускает инструмент создания контура заземления.
12. «Расстановка заземлителей» - Позволяет автоматически расставить вертикальные заземлители контура заземления.

13. «Расчет сопротивления» - Позволяет выполнить расчет сопротивления заземляющего устройства и создать соответствующий чертежный вид.

## Настройка проекта

Данная функция позволяет настроить проект под использование приложения.

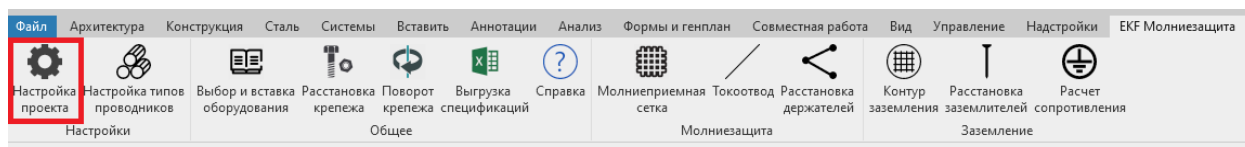


Рис .2.1

При нажатии кнопки «Настройка проекта» на панели «Настройки» приложения (см. рис. 2.1) откроется окно, запрашивающее подтверждение на запуск настройки проекта (Рис. 2.2).

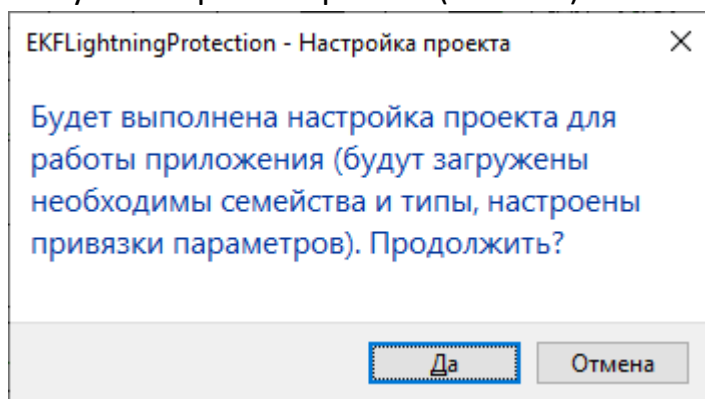


Рис. 2.2

При подтверждении приложение автоматически настроит активный документ под работу плагина: загрузит необходимые семейства, настроит привязки параметров, создаст спецификации. В процессе автоматической настройки необходимо будет подтвердить часть операций (будут открыты системные окна Revit, запрашивающие подтверждение).

## Настройка типов проводников

Данная функция позволяет настроить типы проводников, используемых по умолчанию для функций создания молниеприемной сетки, токоотводов и контура заземления.

Для запуска данной настройки необходимо нажать соответствующую кнопку на панели «Настройки» плагина (см. рис. 3.1).

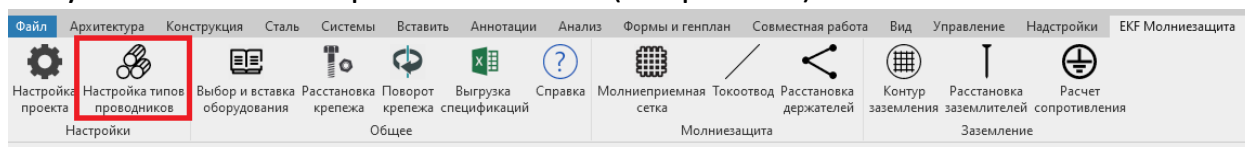


Рис. 3.1

Затем откроется окно выбора типов проводников (см. рис. 3.2)

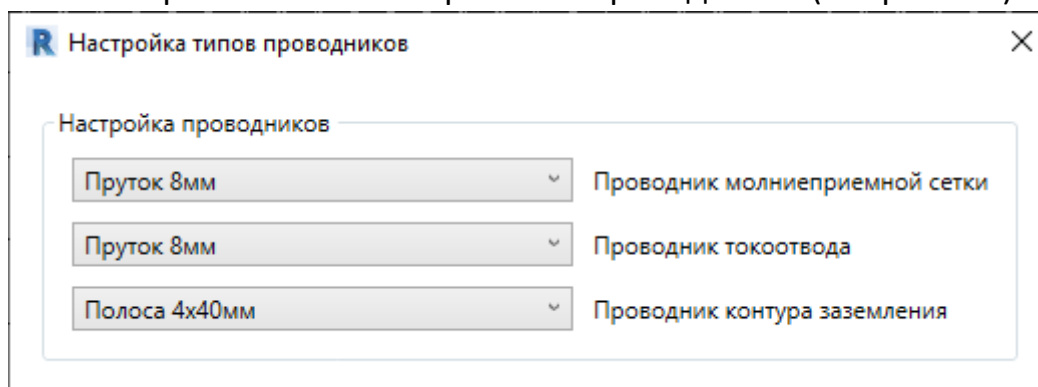


Рис. 3.2

В данном окне необходимо выбрать в раскрывающихся списках необходимые типы проводников, которые будут использоваться по умолчанию в открытом документе. При закрытии окна выбранные типы сохраняются для текущего документа автоматически.

## Выбор и вставка оборудования

Данная функция позволяет просмотреть основную информацию об оборудовании EKF, а также вставить экземпляры семейства в модель.

Для запуска данной функции необходимо нажать на кнопку «Выбор и вставка оборудования» панели «Общее» приложения (см. рис. 4.1).

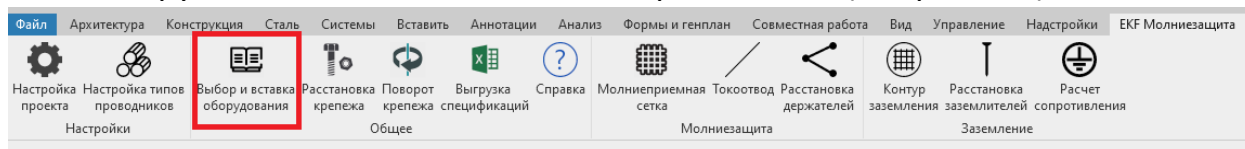


Рис. 4.1

Затем откроется окно электронного каталога оборудования (см. Рис. 4.2)

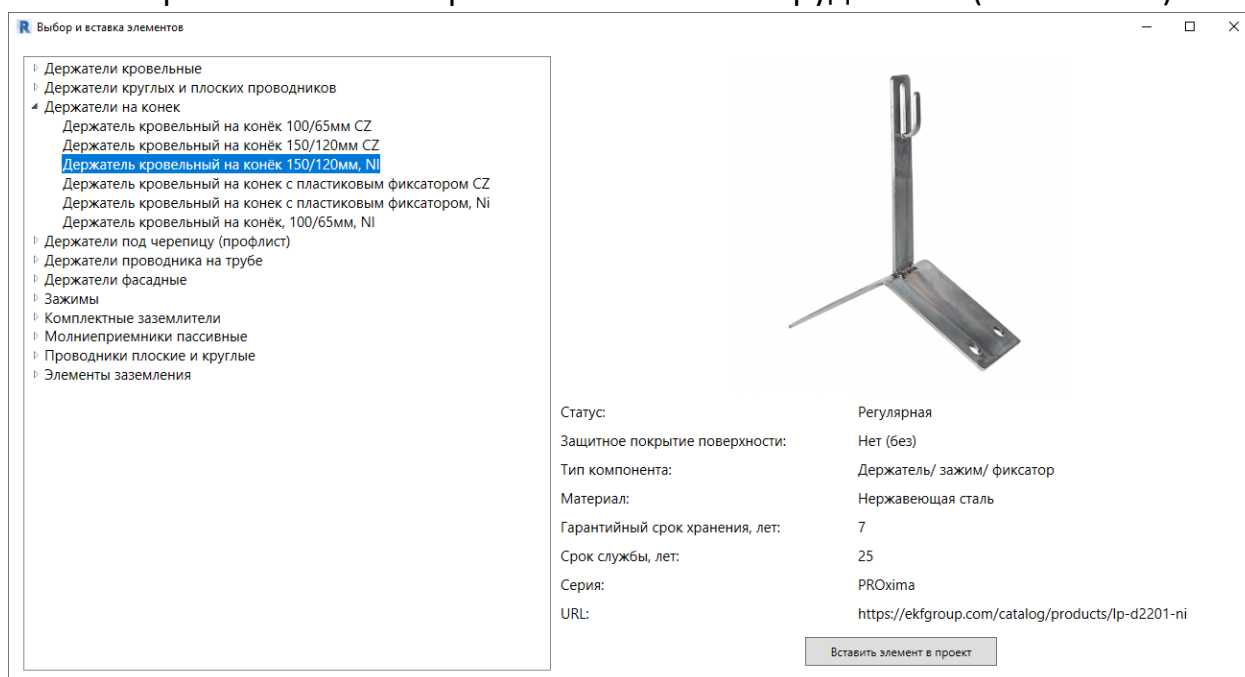


Рис. 4.2

В левой части окна отображается список оборудования EKF. При выборе конкретного элемента в правой части окна отображается его изображение и основная информация.

При нажатии кнопки «Вставить элемент в проект» будет запущен механизм Revit вставки элемента (см. рис. 4.3).

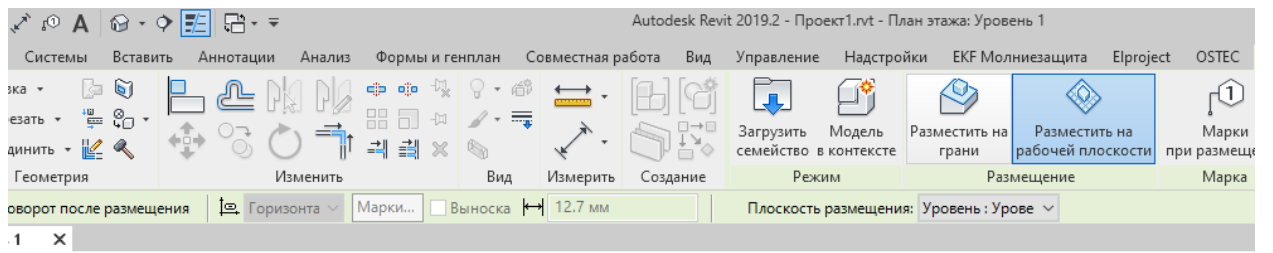


Рис.4.3

## Расстановка крепежа

Данный функционал позволяет расставлять крепежные элементы для проводников, созданных через настоящее приложение. Для запуска функции необходимо нажать на кнопку «Расстановка крепежа» на панели «Общее» приложения (см. рис. 5.1).

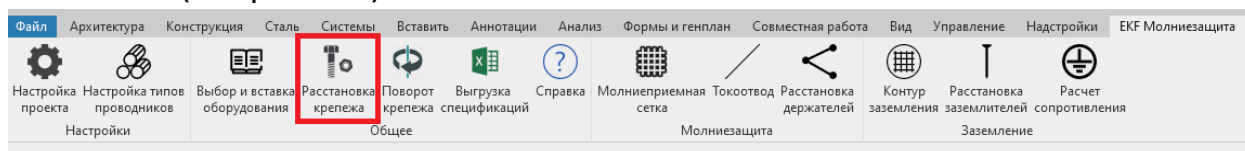


Рис. 5.1

При нажатии кнопки откроется окно для расстановки крепежа (см. рис. 5.2).

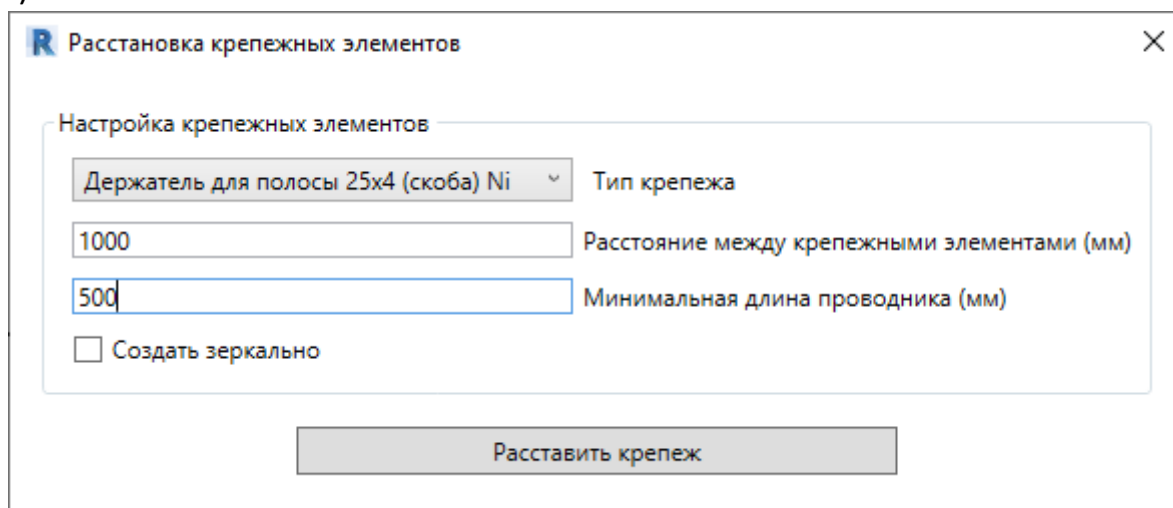


Рис. 5.2

В раскрывающемся списке необходимо выбрать тип используемого крепления.

В текстовом поле «Расстояние между крепежными элементами» необходимо выбрать шаг (в мм), необходимый для крепления проводников.

В поле «Минимальная длина проводника» необходимо указать длину проводника, меньше которой крепеж не требуется.

При нажатии кнопки «Расставить крепеж» необходимо выбрать в окне Revit проводники, а затем в окне Revit нажать на кнопку «Готово» (см. рис. 5.3).



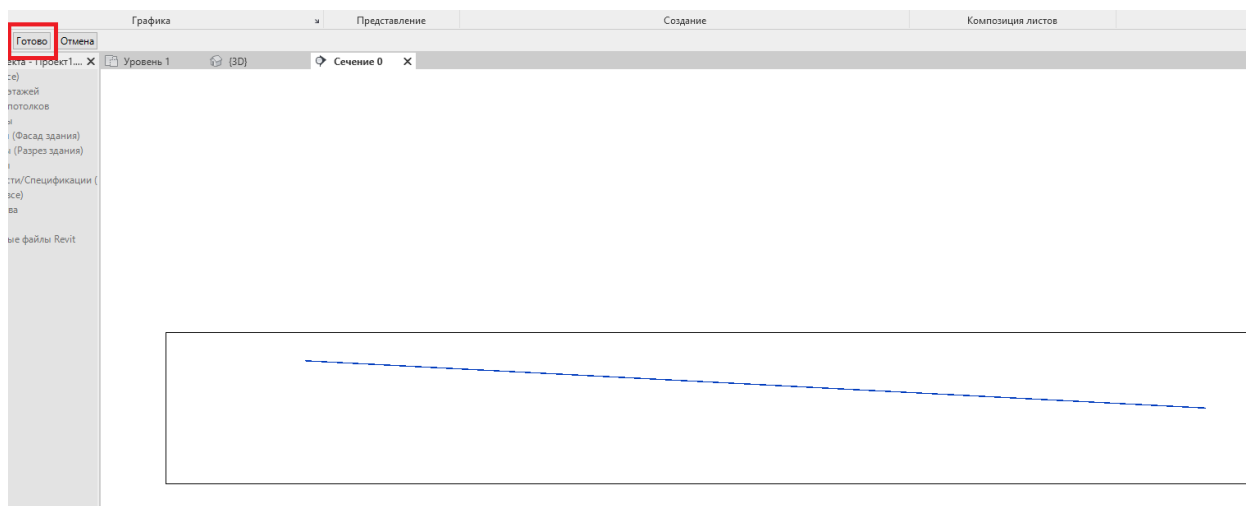


Рис. 5.3

Будут расставлены элементы крепежа с выбранным шагом (см. рис. 5.4 и рис. 5.5).

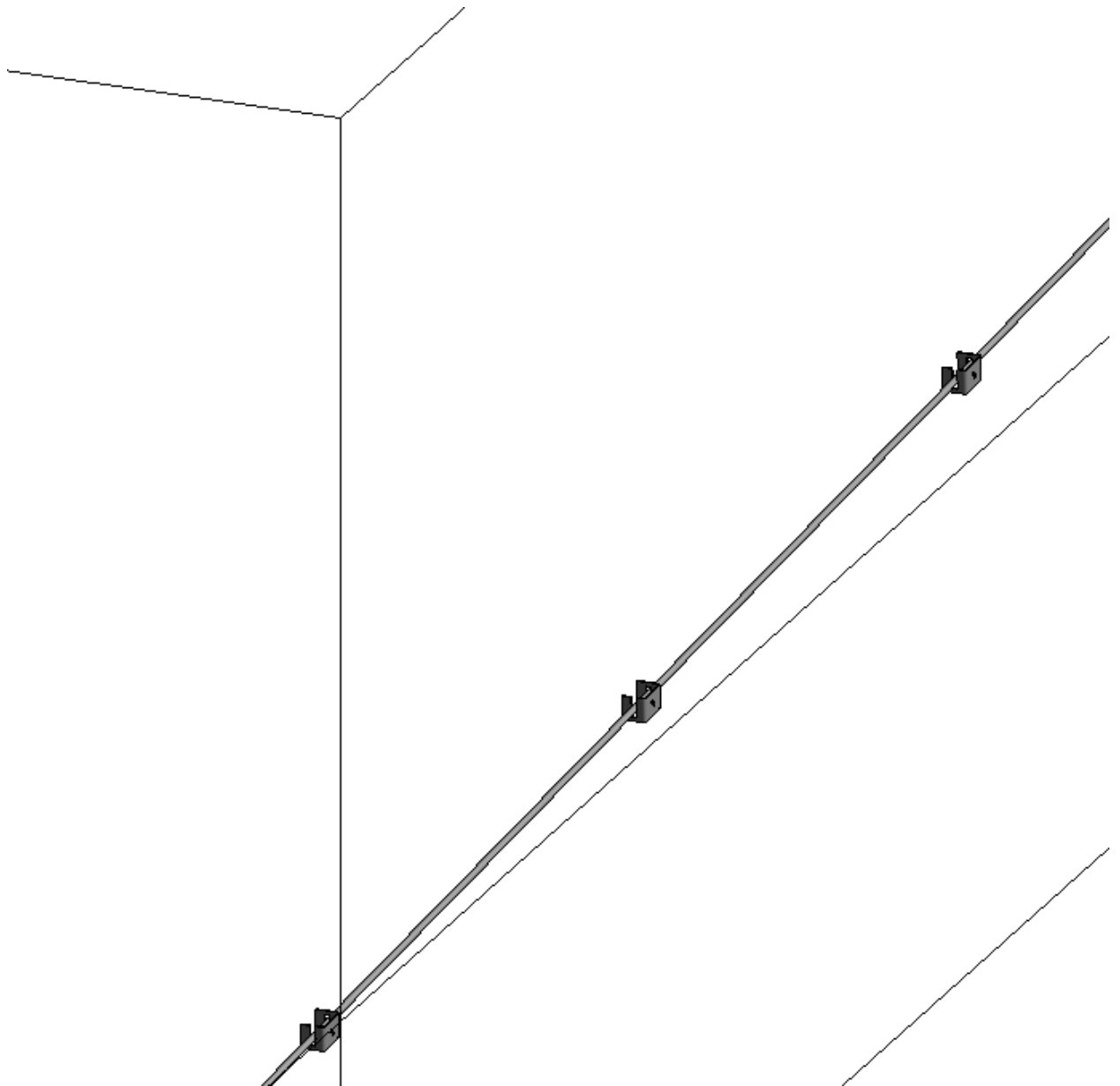


Рис.5.4



Рис. 5.5

В случае, когда используются для крепежа несимметричные элементы, может возникнуть необходимость расположения этих элементов вдоль

проводника зеркально. Для этого в окне приложения (рис. 5.2) необходимо установить флажок «Создать зеркально», в результате чего данные элементы будут расставлены вдоль проводника в обратном направлении. Для более точной расстановки крепежных элементов необходимо задать угол поворота данным элементам инструментом «Поворот крепежа».

Пример вариантов с зеркальным отображением элементов можно увидеть на рис. 5.6.

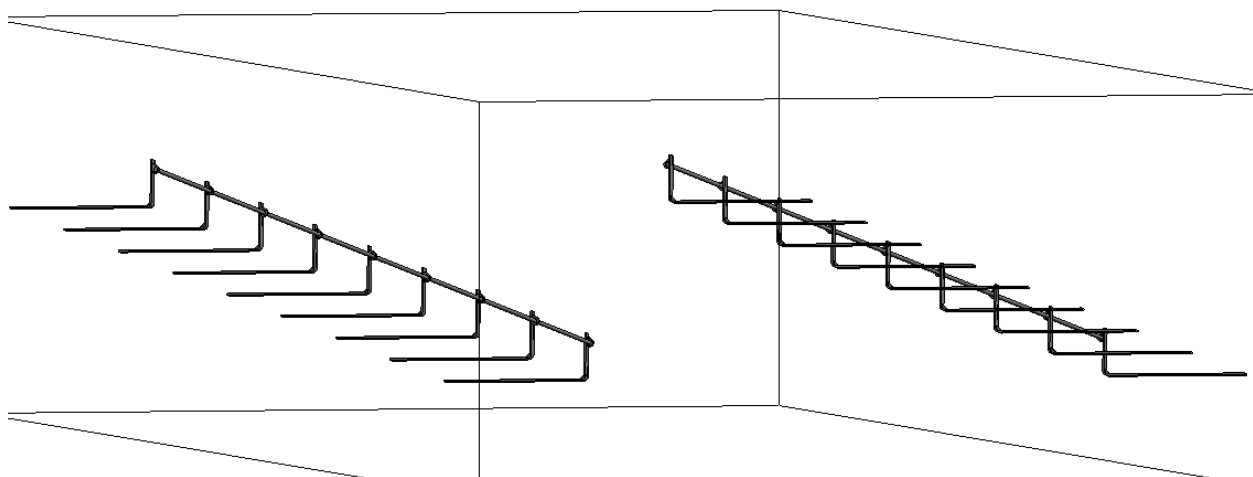


Рис. 5.6

## Поворот крепежа

Данный функционал позволяет повернуть расставленный крепеж под произвольным углом относительно оси проводника. Для запуска данной функции необходимо нажать на кнопку «Поворот крепежа» на панели «Общее» приложения (см. рис. 6.1).

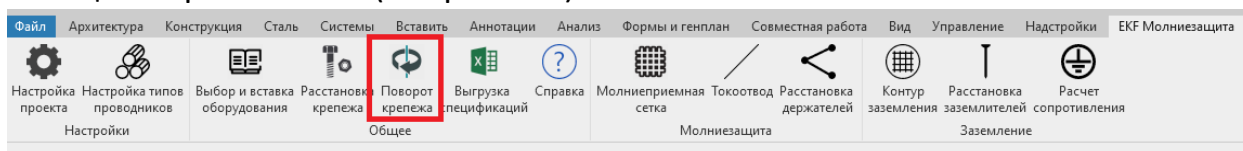


Рис. 6.1

Откроется окно настроек угла поворота элементов (см. рис. 6.2).

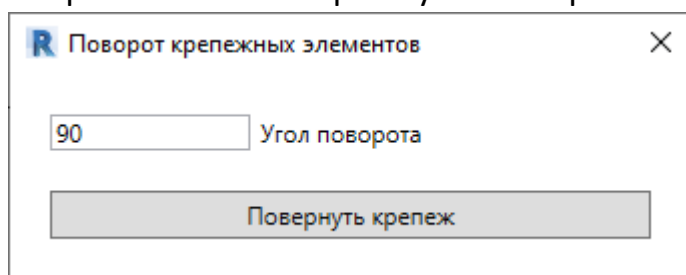


Рис. 6.2

В поле «Угол поворота» необходимо ввести угол от 0 до 360 градусов. При нажатии кнопки «Повернуть крепеж» необходимо выбрать в окне Revit проводники, для которых был расставлен крепеж, после чего в окне Revit нажать на кнопку «Готово» (см. рис. 5.3). Крепеж будет повернут на указанный угол. На рис. 6.3 элементы были повернуты на 30 градусов.

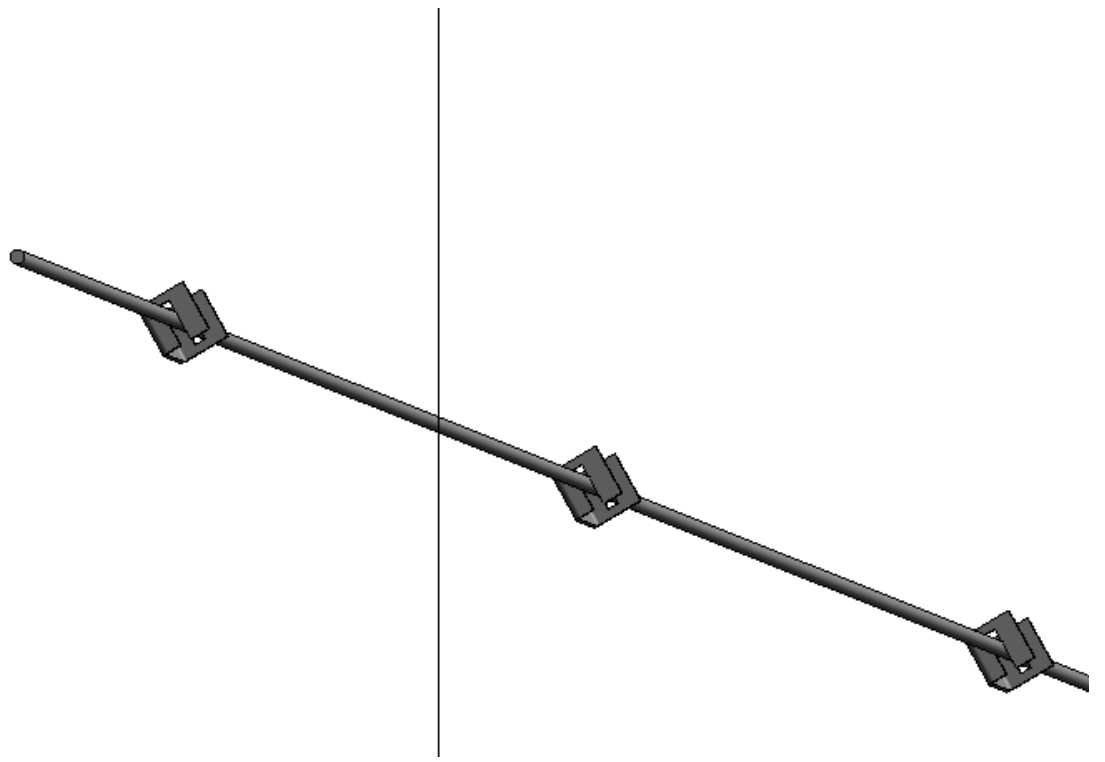


Рис. 6.3

## Выгрузка спецификаций

Данная функция позволяет выгружать спецификации, созданные при настройке проекта в формат .xlsx, совместимый с Microsoft Excel.

Для запуска данной функции необходимо нажать на кнопку «Выгрузка спецификаций» на панели «Общее» приложения (см. рис. 7.1).

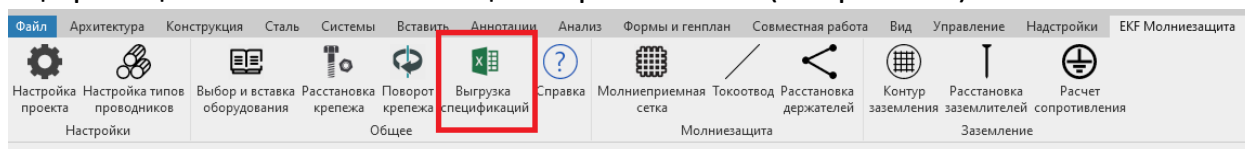


Рис. 7.1

Откроется окно настроек выгрузки спецификаций (см. рис. 7.2).

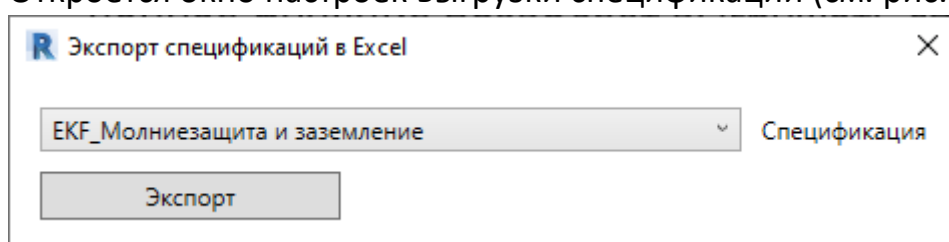


Рис. 7.2

В раскрывающемся списке нужно выбрать спецификацию, которую необходимо выгрузить (спецификации появятся лишь в том случае, если была выполнена настройка проекта).

При нажатии кнопки «Экспорт» в диалоговом окне необходимо указать путь и имя нового файла, после чего будет выполнен экспорт спецификации.

Пример созданной спецификации можно увидеть на рис. 7.3.

А	В	С	Д	Е	Ф	Г	Н	И
Поз.	Наименование и техническая характеристика	, обозначение документа, опрод	Код продукции	Поставщик	измерени	Кол.	Масса 1 ед., кг	Примечание
	Держатель для полосы 25x4 (скоба) NI	lp-d2311-ni	lp-d2311-ni	EKF	шт.	22	0,032	
	Держатель кровельный на конёк 150/120мм, NI	lp-d2201-ni	lp-d2201-ni	EKF	шт.	1	0,16	
	Держатель под черепицу L=330мм с крючком NI	lp-d2209-ni	lp-d2209-ni	EKF	шт.	18	0,159	
	Комплект заземления с заострением, 4.5м, HZ	gc-21451	gc-21451	EKF	шт.	22	0	

Рис. 7.3

Спецификация проката полосовой и круглой стали учитывается с запасом в 15%, чтобы компенсировать их потери при загибах и соединении.

## Справка

Для открытия руководства пользователя необходимо нажать на кнопку «Справка» на панели «Общее» приложения (см. рис. 8.1).

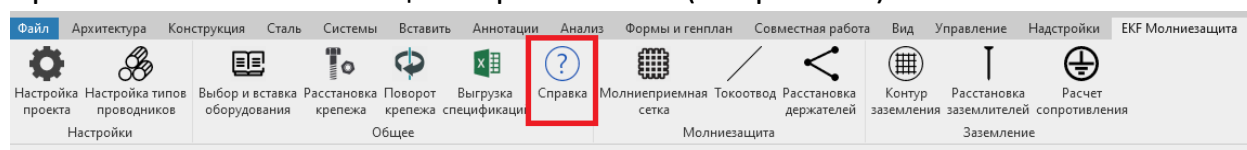


Рис. 8.1

При нажатии кнопки будет открыт .pdf файл «ЕКФ Руководство пользователя».

Также при наведении курсора на кнопки приложения и нажатии клавиши «F1» будет открываться файл справки, описывающий функционал выбранной кнопки.

## Молниеприемная сетка

Для запуска инструмента создания молниеприемной сетки необходимо нажать на кнопку «Молниеприемная сетка» на панели «Молниезащита» приложения (см. рис. 9.1). Будет использоваться тип проводника, указанный в пункте «Настройка типов проводников».

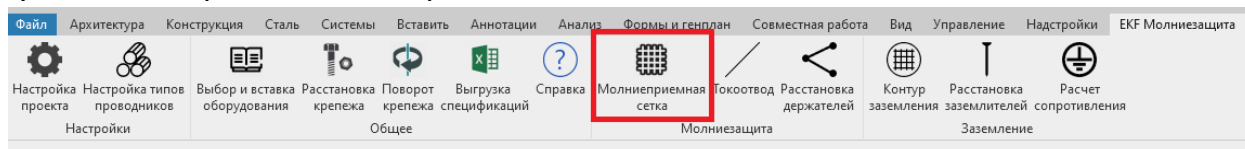


Рис. 9.1.



## Токоотвод

Для запуска инструмента создания токоотводов необходимо нажать на кнопку «Токоотвод» на панели «Молниезащита» приложения (см. рис. 10.1). Будет использоваться тип проводника, указанный в пункте «Настройка типов проводников».

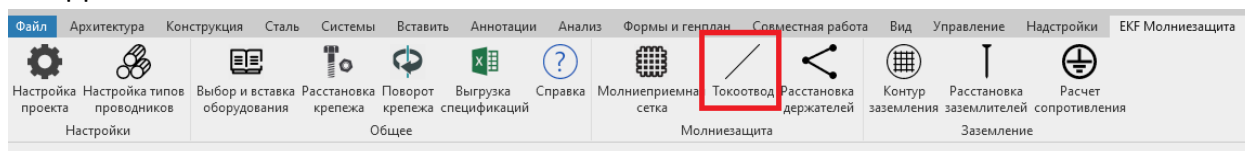


Рис. 10.1

## Расстановка держателей

Данный функционал позволяет расставлять кровельные держатели для проводников, созданных через инструмент «Молниеприемная сетка». Для запуска данной функции необходимо нажать на кнопку «Расстановка держателей» на панели «Молниезащита» приложения (см. рис. 11.1).

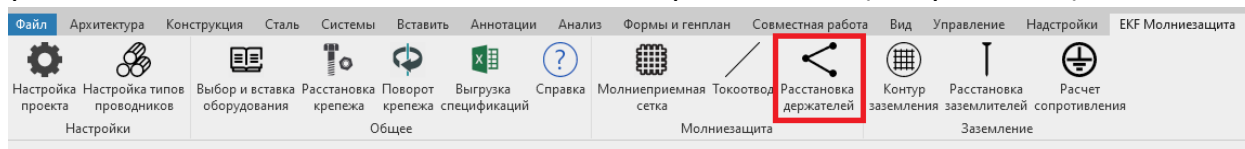


Рис. 11.1

При нажатии кнопки откроется окно для расстановки держателей (см. рис. 11.2).

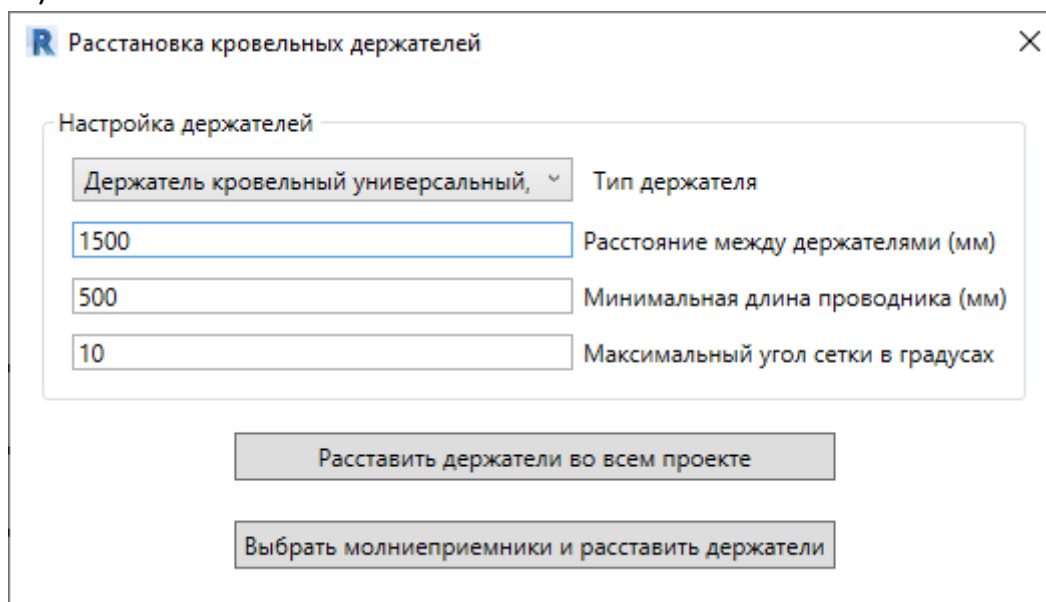


Рис. 11.2

В раскрывающемся списке необходимо выбрать тип используемого крепления.

В текстовом поле «Расстояние между держателями» необходимо указать шаг (в мм) расстановки держателей.

В поле «Минимальная длина проводника» необходимо указать длину проводника, меньше которой держатели не требуются.

В поле «Максимальный угол сетки в градусах» необходимо указать максимально возможный угол от 0 до 89 градусов между плоскостью молниеприемной сетки и горизонтальной плоскостью, при превышении которого держатели расставляться не будут. На рис. 11.3 показаны два проводника под разными углами; при указании расстановки держателей с настройкой максимального угла в 10 градусов для проводника,

проложенного под углом в 13 градусов к горизонту, держатели расставлены не были.

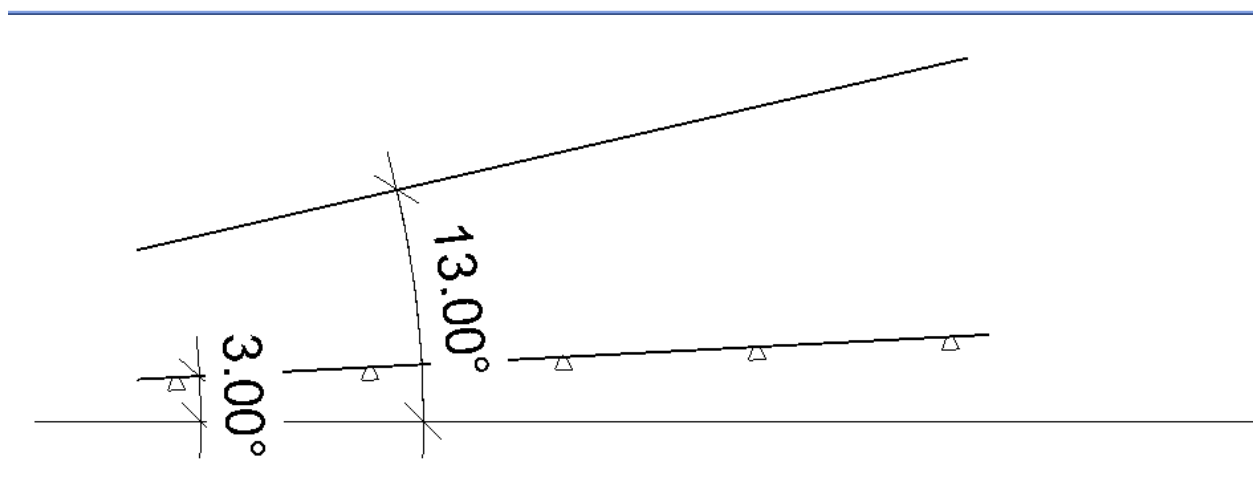


Рис. 11.3

При нажатии кнопки «Расставить держатели во всем проекте» будут расставлены держатели для всех молниеприемных сеток, указанных в проекте. Данную функцию нужно использовать с осторожностью, поскольку возможно дублирование элементов при условии их предыдущей расстановки.

При нажатии кнопки «Выбрать молниеприемники и расставить держатели» необходимо выбрать в окне Revit требуемую молниеприемную сетку, затем в окне Revit нажать на кнопку «Готово» (см. рис. 5.3).

## Контур заземления

Для запуска инструмента создания контура заземления необходимо нажать на кнопку «Контур заземления» на панели «Заземление» приложения (см. рис. 12.1). Будет использоваться тип проводника, указанный в пункте «Настройка типов проводников».

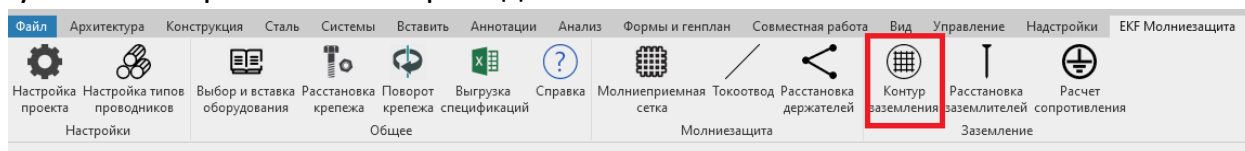


Рис. 12.1

## Расстановка заземлителей

Данный функционал позволяет расставлять комплектные вертикальные заземлители для проводников, созданных через инструмент «Контур заземления». Для запуска данной функции необходимо нажать на кнопку «Расстановка заземлителей» на панели «Заземление» приложения (см. рис. 13.1).

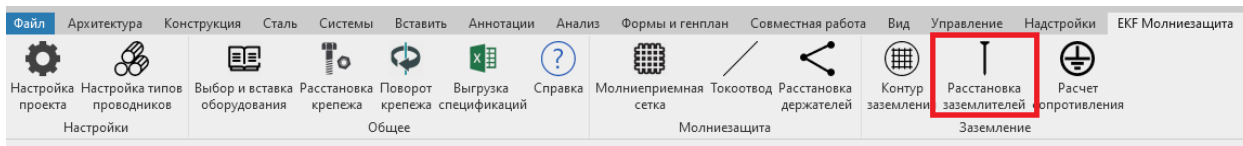


Рис. 13.1

При нажатии кнопки откроется окно для расстановки заземлителей (см. Рис. 13.2)

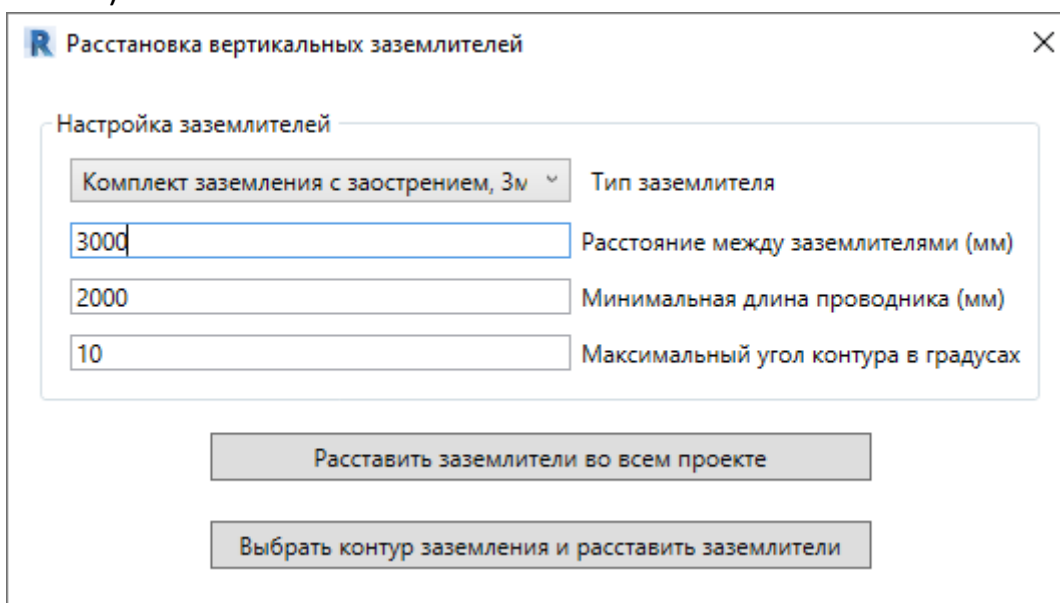


Рис. 13.2

В раскрывающемся списке необходимо выбрать тип используемого заземлителя.

В текстовом поле «Расстояние между заземлителями» необходимо указать шаг (в мм) расстановки заземлителей.

В поле «Минимальная длина проводника» необходимо указать длину проводника, меньше которой дополнительные заземлители не требуются.

В поле «Максимальный угол сетки в градусах» необходимо указать максимально возможный угол от 0 до 89 градусов между контуром заземления и горизонтальной плоскостью, при превышении которого заземлители расставляться не будут. На рис. 13.3 показаны два проводника под разными углами; при указании расстановки заземлителей с настройкой

максимального угла в 5 градусов для проводника (контура заземления), проложенного под углом в 9 градусов к горизонту, вертикальные заземлители расставлены не были.

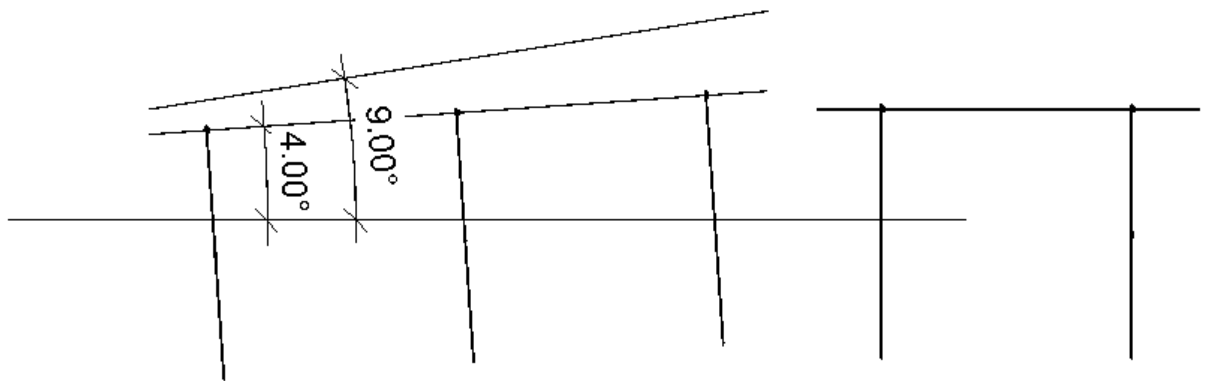


Рис. 13.3

При нажатии кнопки «Расставить заземлители во всем проекте» будут расставлены заземлители для всех контуров заземления, указанных в проекте. Данную функцию нужно использовать с осторожностью, поскольку возможно дублирование элементов при условии их предыдущей расстановки.

При нажатии кнопки «Выбрать контур заземления и расставить заземлители» необходимо выбрать в окне Revit требуемый контур заземления, затем в окне Revit нажать на кнопку «Готово» (см. рис. 5.3).

## Расчет сопротивления

Для запуска инструмента расчета сопротивления заземления необходимо нажать на кнопку «Расчет сопротивления» на панели «Заземление» приложения (см. рис. 14.1).

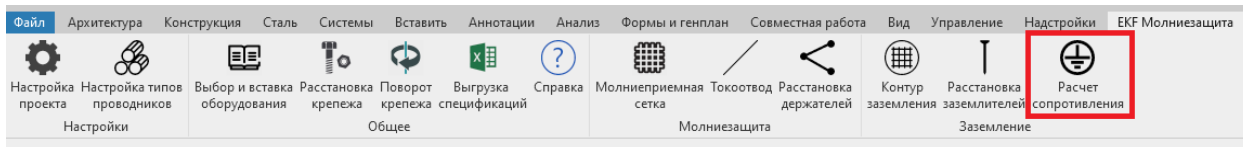


Рис. 14.1

Откроется окно расчета сопротивления заземления (см. рис. 14.2).

**Расчет сопротивления заземления**

Отображать справочную информацию

Справочная информация

*В основу расчета взята методика из справочника по проектированию электрических цепей под редакцией Ю. Г. Барыбина.*

$$R_{зв} = \frac{\rho_1 * \rho_2 * l \cdot b}{\rho_1 * (l \cdot b + T - h_1) * \rho_2 * (h_1 - T)}$$

$$R_{гв} = \frac{0,366 * \rho}{l \cdot b} * (l \cdot g \cdot \frac{2 * l \cdot z^2}{b \cdot T})$$

$$R_{гг} = \frac{R_{гв} * K \cdot z}{\eta \cdot z}$$

$$R_{зг} = \frac{R_{зв} * R_{гг}}{R_{зв} + R_{гг}}$$

$$R_{з} = \frac{R_{зг} * K \cdot b}{n * \eta \cdot b}$$

*Удельное сопротивление верхнего слоя грунта –  $\rho_1$*   
*Удельное сопротивление нижнего слоя грунта –  $\rho_2$*   
*Глубина верхнего слоя грунта –  $h_1$*   
*Длина вертикального заземлителя –  $l$*   
*Глубина горизонтального заземлителя –  $T$*   
*Длина горизонтального заземлителя –  $l_g$*   
*Диаметр вертикального заземлителя –  $d$*   
*Ширина горизонтального заземлителя –  $b$*   
*Количество вертикальных заземлителей –  $n$*   
*Коэффициент использования вертикальных заземлителей –  $K$*   
*Коэффициент использования горизонтальных заземлителей –  $\eta$*   
*Расстояние до центра вертикального заземлителя –  $z$*   
*Удельное сопротивление грунта –  $\rho_{зв}$*   
*Сопротивление вертикального заземлителя –  $R_{зв}$*   
*Суммарное сопротивление вертикальных заземлителей –  $R_{зг}$*   
*Сопротивление горизонтального заземлителя –  $R_{гг}$*   
*Суммарное сопротивление горизонтального заземлителя –  $R_{зг}$*

Число электродов	Отношение расстояния между электродами к длине электрода		
	1	2	3
<i>Заземлители размещены в ряд</i>			
2	0,84–0,87	0,9–0,92	0,93–0,95
3	0,76–0,8	0,85–0,88	0,9–0,92
5	0,67–0,72	0,79–0,83	0,85–0,88
10	0,56–0,62	0,72–0,77	0,79–0,83
15	0,51–0,56	0,66–0,73	0,76–0,8
20	0,47–0,5	0,65–0,7	0,74–0,79

**Параметры, заполняемые пользователем**

<input type="text" value="50"/>	Удельное сопротивление верхнего слоя грунта	<input type="text" value="2"/>	Глубина верхнего слоя грунта (м)
<input type="text" value="100"/>	Удельное сопротивление нижнего слоя грунта	<input type="text" value="0.44"/>	Коэффициент использования вертикальных заземлителей
<input type="text" value="1.3"/>	Климатический коэффициент вертикального заземлителя	<input type="text" value="0.27"/>	Коэффициент использования горизонтальных заземлителей
<input type="text" value="2.5"/>	Климатический коэффициент горизонтального заземлителя		

**Параметры, полученные из модели**

<input type="text" value="4.5"/>	Длина вертикального заземлителя (м)	<input type="text" value="0.04"/>	Ширина горизонтального заземлителя (м)
<input type="text" value="0.7"/>	Глубина горизонтального заземлителя (м)	<input type="text" value="22"/>	Количество вертикальных заземлителей
<input type="text" value="62"/>	Длина горизонтального заземлителя (м)	<input type="text" value="2.95"/>	Расстояние до центра вертикального заземлителя (м)
<input type="text" value="0.016"/>	Диаметр вертикального заземлителя (м)		

**Результат расчета**

<input type="text" value="0"/>	Удельное сопротивление грунта	<input type="text" value="0"/>	Сопротивление горизонтального заземлителя (Ом)
<input type="text" value="0"/>	Сопротивление вертикального заземлителя (Ом)	<input type="text" value="0"/>	Общее сопротивление заземляющего устройства (Ом)

Рис. 14.2

В блоке «Справочная информация» предоставлены формулы, а также справочные данные, необходимые для выполнения расчета.

Блок справочной информации можно скрыть, сняв флажок «Отображать справочную информацию».

В блоке «Параметры, заполняемые пользователем» необходимо заполнить данные для расчета.

В блоке «Параметры, полученные из модели» параметры заполняются автоматически на основе данных контура и заземлителей, созданных в модели. При необходимости эти данные можно подкорректировать вручную.

При нажатии кнопки «Расчет сопротивления» будет выполнен расчет, а результаты отобразятся в блоке «Результат расчета» (см. рис.14.3).

**Расчет сопротивления заземления**

Отображать справочную информацию

Справочная информация

*В основу расчета взята методика из справочника по проектированию электрических цепей под редакцией Ю. Г. Барыбина.*

$$R_{зв} = \frac{\rho_1 \cdot n_2 + i_b}{\rho_1 \cdot (i_b + T - h_1) + \rho_2 \cdot (h_1 - T)}$$

$$R_b = \frac{0,366 \cdot \rho}{i_b} \cdot \left( i_g \cdot \frac{2 \cdot i_g}{d} + \frac{1}{2} \cdot i_g \cdot \frac{4 \cdot T + 1}{4 \cdot T - 1} \right)$$

$$R_{зв} = \frac{R_b \cdot K_e}{n \cdot \eta \cdot b}$$

$$R_e = \frac{0,366 \cdot \rho}{i_e} \cdot \left( i_g \cdot \frac{2 \cdot i_g}{b \cdot T} \right)$$

$$R_{зг} = \frac{R_e \cdot K_e}{\eta \cdot z}$$

$$R_z = \frac{R_{зв} + R_{зг}}{R_{зв} + R_{зг}}$$

*Удельное сопротивление верхнего слоя грунта –  $\rho_1$   
 Удельное сопротивление нижнего слоя грунта –  $\rho_2$   
 Глубина верхнего слоя грунта –  $h_1$   
 Длина вертикального заземлителя –  $i_b$   
 Глубина горизонтального заземлителя –  $T$   
 Длина горизонтального заземлителя –  $i_g$   
 Диаметр вертикального заземлителя –  $d$   
 Ширина горизонтального заземлителя –  $b$   
 Количество вертикальных заземлителей –  $n$   
 Коэффициент использования вертикальных заземлителей –  $K_e$   
 Коэффициент использования горизонтальных заземлителей –  $\eta$   
 Расстояние до центра вертикального заземлителя –  $z$   
 Удельное сопротивление грунта –  $\rho_{зв}$   
 Сопротивление вертикального заземлителя –  $R_b$   
 Суммарное сопротивление вертикальных заземлителей –  $R_{зв}$   
 Сопротивление горизонтального заземлителя –  $R_e$   
 Суммарное сопротивление горизонтальных заземлителей –  $R_{зг}$*

**Коэффициенты использования вертикальных заземлителей**

Число электродов	Отношение расстояния между электродами к длине электрода		
	1	2	3
Заземлители размещены в ряд			
2	0,84–0,87	0,9–0,92	0,93–0,95
3	0,76–0,8	0,85–0,88	0,9–0,92
5	0,67–0,72	0,79–0,83	0,85–0,88
10	0,56–0,62	0,72–0,77	0,79–0,83
15	0,51–0,56	0,66–0,73	0,76–0,8
20	0,47–0,5	0,65–0,7	0,74–0,79

**Параметры, заполняемые пользователем**

Удельное сопротивление верхнего слоя грунта       Глубина верхнего слоя грунта (м)

Удельное сопротивление нижнего слоя грунта       Коэффициент использования вертикальных заземлителей

Климатический коэффициент вертикального заземлителя       Коэффициент использования горизонтальных заземлителей

Климатический коэффициент горизонтального заземлителя

**Параметры, полученные из модели**

Длина вертикального заземлителя (м)       Ширина горизонтального заземлителя (м)

Глубина горизонтального заземлителя (м)       Количество вертикальных заземлителей

Длина горизонтального заземлителя (м)       Расстояние до центра вертикального заземлителя (м)

Диаметр вертикального заземлителя (м)

**Результат расчета**

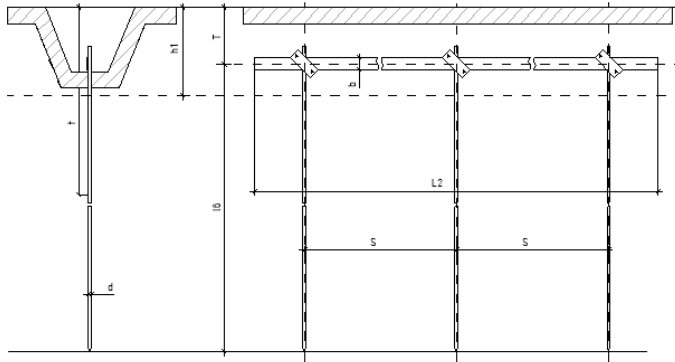
77.6	Удельное сопротивление грунта	2.5	Сопротивление горизонтального заземлителя (Ом)
18.5	Сопротивление вертикального заземлителя (Ом)	2.2	Общее сопротивление заземляющего устройства (Ом)

Рис. 14.3



При вводе некорректных данных при расчете могут возникнуть ошибки (например, деление на 0, либо отрицательные числа). В результате будет отображено окно с сообщением об ошибке.

При нажатии кнопки «Создать чертежный вид» будет выполнен расчет сопротивления и создан чертежный вид, который можно вывести на лист в документацию (см. рис.14.4). В случае изменения модели и повторном создании чертежного вида результаты расчета обновятся.



- Удельное сопротивление верхнего слоя грунта -  $p_1$
- Удельное сопротивление нижнего слоя грунта -  $p_2$
- Глубина верхнего слоя грунта -  $h_1$
- Длина вертикального заземлителя -  $l_1$
- Глубина горизонтального заземлителя -  $T$
- Длина горизонтального заземлителя -  $l_2$
- Диаметр вертикального заземлителя -  $d$
- Ширина горизонтального заземлителя -  $b$
- Количество вертикальных заземлителей -  $n$
- Коэффициент использования вертикальных заземлителей -  $\eta_1$
- Коэффициент использования горизонтальных заземлителей -  $\eta_2$
- Расстояние до центра вертикального заземлителя -  $t$
- Удельное сопротивление грунта -  $\rho_{зв}$
- Сопротивление вертикального заземлителя -  $R_1$
- Суммарное сопротивление вертикальных заземлителей с учетом экранирования -  $R_{1\text{с}}$
- Сопротивление горизонтального заземлителя -  $R_2$
- Суммарное сопротивление горизонтального заземлителя с учетом экранирования -  $R_{2\text{с}}$
- Расстояние между вертикальными заземлителями -  $S$
- Общее сопротивление заземляющего устройства -  $R_3$
- Климатический коэффициент вертикального заземлителя -  $K_1$
- Климатический коэффициент горизонтального заземлителя -  $K_2$

В основу расчета взята методика из справочника по проектированию электрических цепей под редакцией Ю. Г. Барыбина.

$$\rho_{зв} = \frac{p_1 \cdot p_2 \cdot l_1}{p_1 \cdot (l_1 - h_1) + p_2 \cdot (h_1 - T)}$$

$$R_1 = \frac{0,366 \cdot p_1}{l_2} \cdot \left( l_2 \cdot \frac{2 \cdot l_2^2}{b \cdot T} \right)$$

$$R_2 = \frac{0,366 \cdot p_2}{b} \cdot \left( l_2 \cdot \frac{2 \cdot l_2}{d} + \frac{1}{2} \cdot l_2 \cdot \frac{4 \cdot t + 1}{4 \cdot t - 1} \right)$$

$$R_{1\text{с}} = \frac{R_1 \cdot K_1}{\eta_1}$$

$$R_{2\text{с}} = \frac{R_2 \cdot K_2}{\eta_2}$$

$$R_3 = \frac{R_{1\text{с}} \cdot R_{2\text{с}}}{R_{1\text{с}} + R_{2\text{с}}}$$

Расчет сопротивления заземления

$p_1$	$p_2$	$K_1$	$K_2$	$h_1$	$\eta_1$	$\eta_2$	$l_1$	$T$	$l_2$	$d$	$b$	$n$	$t$	$\rho_{зв}$	$R_1$	$R_2$	$R_{1\text{с}}$	$R_{2\text{с}}$	$R_3$
50	100	1,3	2,5	2	0,44	0,27	3	0,7	62	0,016	0,04	22	2,2	69,8	23,2	2,2	3,1	20,4	2,7

Приближенные значения удельных сопротивлений

Вид грунта	$\rho$ , Ом*м	
	Возможные пределы	Значения рекомендуемые для расчетов
Песок	400-1000 и более	700
Супесок	150-400 и более	300
Суглинок	40-150 и более	100
Глина	8-170 и более	40
Садовая земля		40
Чернозем	10-50 и более	20
Торф		20
Речная вода (реки на равнинах)	10-80	50
Морская вода	0,2	0,2

Рис. 14.4