

**Применение
технологий информационного моделирования (BIM)
при проектировании объектов
электросетевого строительства**

04.04.2024
Казань

Таран Богдан Викторович
главный специалист отдела развития
технологий информационного моделирования
и геоинформационных систем

Основные направления деятельности

Проектирование

полный комплекс предпроектных, проектных и изыскательских работ для возведения (реконструкции) объектов электроэнергетики:

- линий электропередачи напряжением 0,38-750 кВ;
- трансформаторных подстанций 6-750 кВ, в том числе цифровых;
- распределительных устройств электростанций;
- сетей и систем связи, охранно-пожарной сигнализации и видеонаблюдения, охранных мероприятий;
- энергоустановок на основе возобновляемых источников энергии

Обследования

- строительных конструкций
- воздушных ЛЭП
- проведение верховых осмотров ЛЭП с помощью беспилотного летательного аппарата;
- электромагнитной обстановки;
- вертикальное электрическое зондирование грунтов;
- измерение режимных параметров электрической сети и показателей качества электроэнергии;
- измерение уровней наведенного напряжения

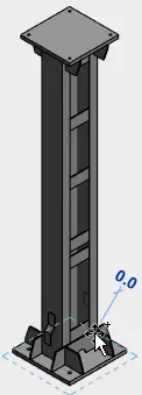
Разработка схем

- схемы выдачи мощности электростанций
- схемы внешнего электроснабжения потребителей.
- схемы перспективного развития энергоузлов и энергосистем

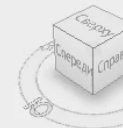
Технология информационного моделирования

или BIM, это подход к проектированию, возведению, оснащению, обеспечению эксплуатации и ремонту объекта, предполагающий сбор и комплексную обработку в процессе проектирования всей архитектурно-конструкторской, технологической, экономической и иной информации, когда объект и все, что имеет к нему отношение, рассматривается как единое целое.

Информационная модель в BIM – как правило **трехмерная модель** строительного объекта, в которой каждому элементу присвоены необходимые атрибуты (геометрические, физические, функциональные и пр.)



Количество стоек		
Наименование	Кол.	Ед.изм.
Стойка	1	шт.



Изменение какого-либо из параметров влечёт за собой автоматическое изменение связанных с ним параметров и объектов, вплоть до спецификаций, чертежей, визуализаций и календарного графика.

Основная проблема

в проектировании энергетических объектов - отсутствие обширной базы элементов информационной модели.

Даже в специализированном ПО (напр., Model Studio CS OPУ) моделей в библиотеке элементов не хватает, чтобы охватить весь спектр оборудования, установленного на ПС.

Выход есть!



Библиотеки элементов надо пополнить!



Идеальный вариант,
когда сам производитель того или иного оборудования
может предоставить проектировщику модель собственной продукции.

А если нет?

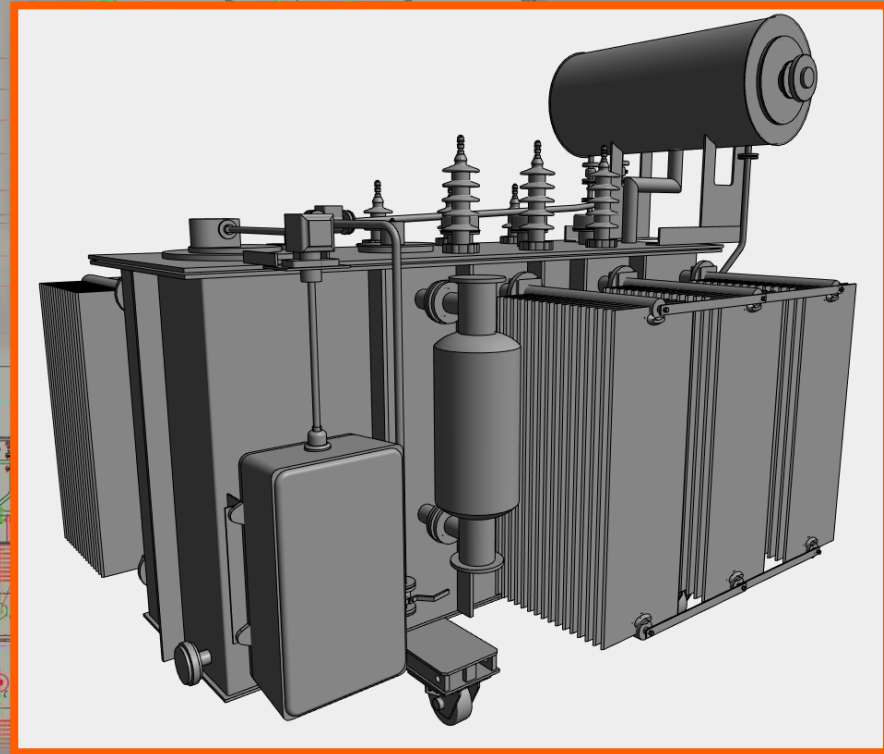
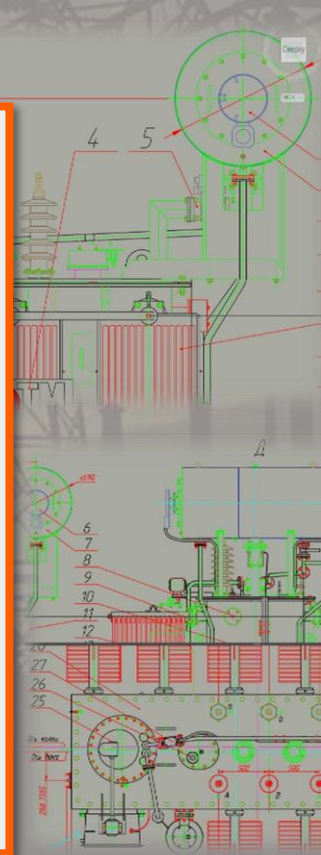
Исходные данные

для моделирования оборудования могут быть получены разными путями.

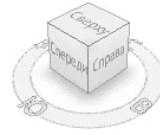
Мы же выделили для себя наиболее удобные:

наземное лазерное сканирование
и моделирование по облаку точек

моделирование по чертежам



Моделирование



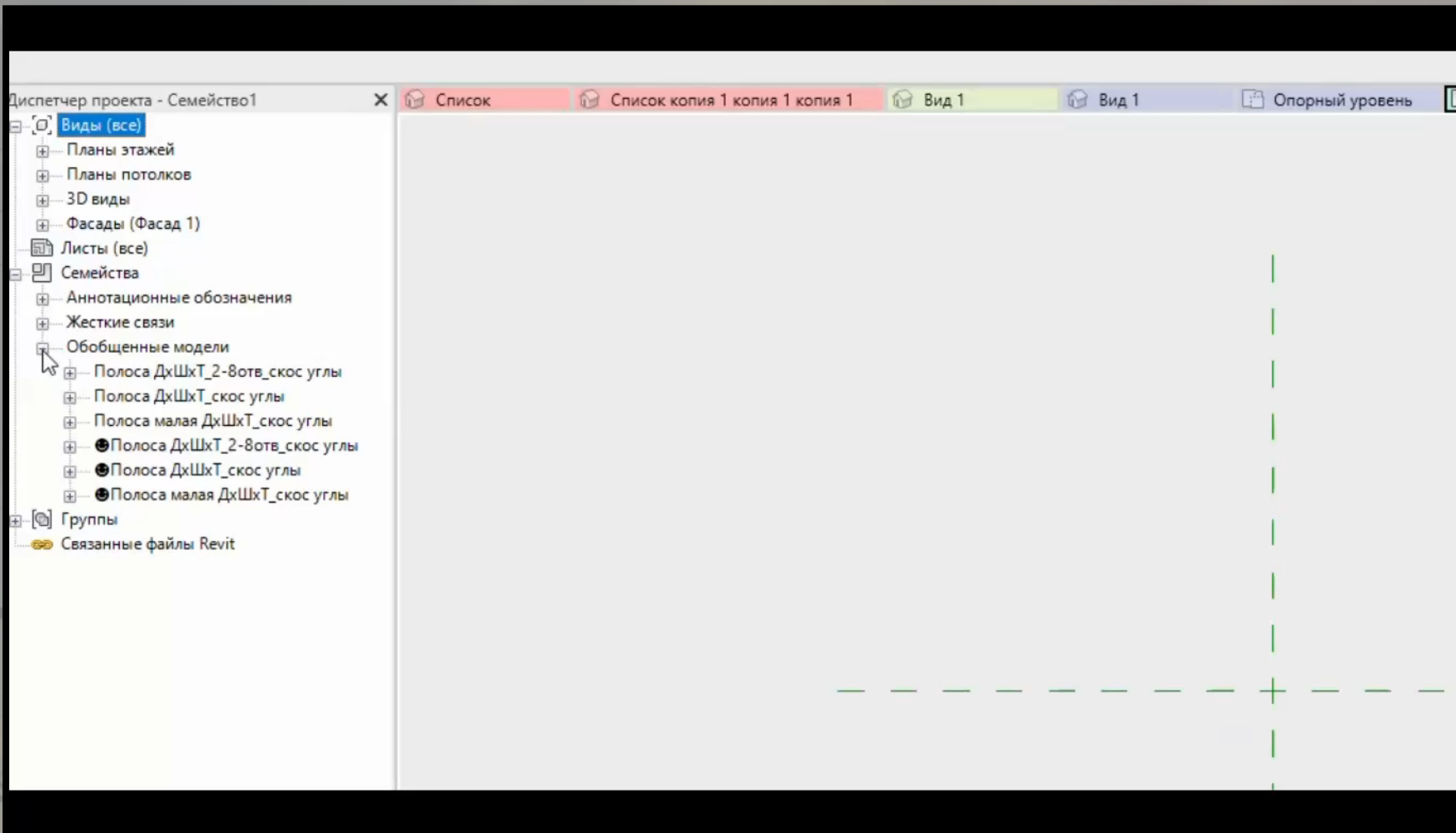
3D-моделирование сводится к созданию опорных линий и плоскостей, к которым привязывается 2D графика - эскизы.

Далее с помощью инструментов выдавливания/вращения/сдвига эскизов и вырезания/соединения получившихся тел формируется 3D геометрия



Токоограничивающий реактор - существующее оборудование ПС, с точки зрения создания информационной модели - простой элемент, потому что имеет постоянные габариты, небольшой ряд постоянных характеристик, которые и становятся его параметрами (атрибутами)

Сборка элемента и параметризация

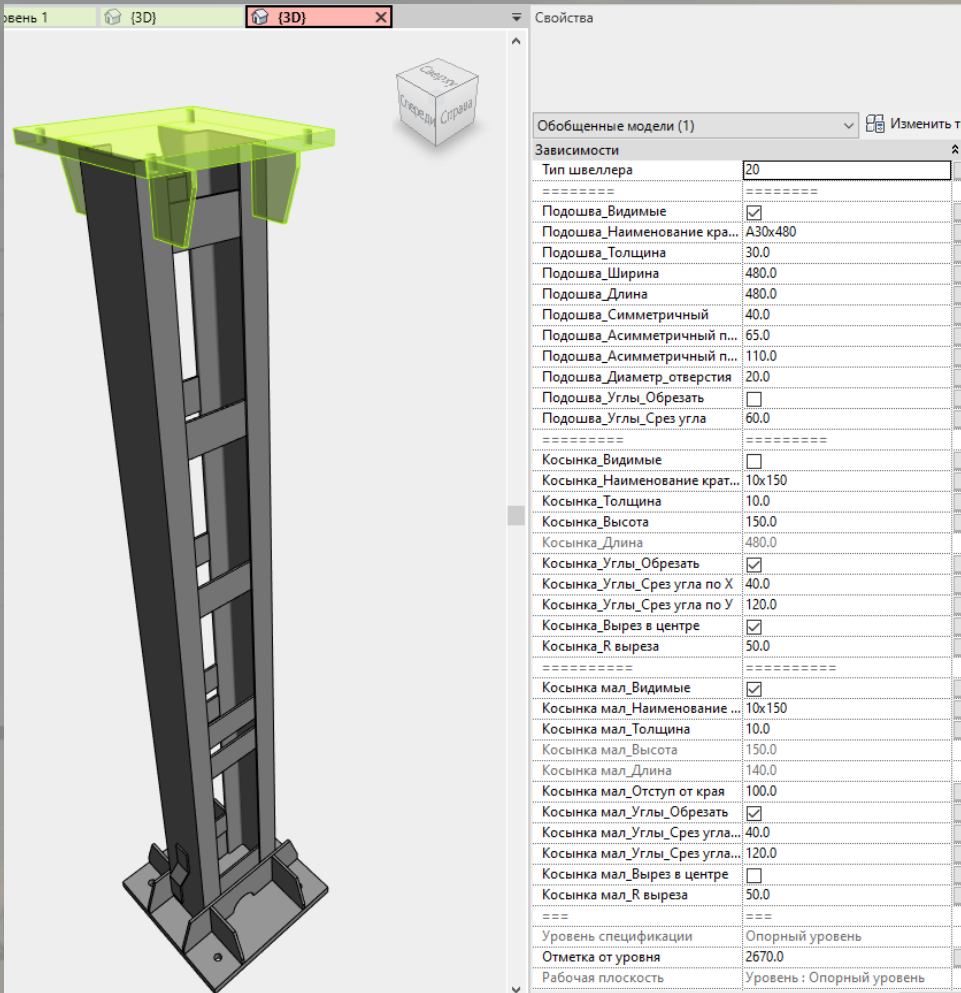


Другой пример, визуально простой объект – металлическая стойка под оборудование. Но на ПС их могут быть сотни в тех или иных вариациях: разной высоты, ширины и т.д.

В данном случае каждый составной элемент стойки должен автоматически изменяться при изменении управляющего параметра. Т.е. при создании элемента формируется связь или зависимость между параметрами.

Связи и зависимости между параметрами задаются с помощью либо логических выражений, либо математических функций.

Параметризация

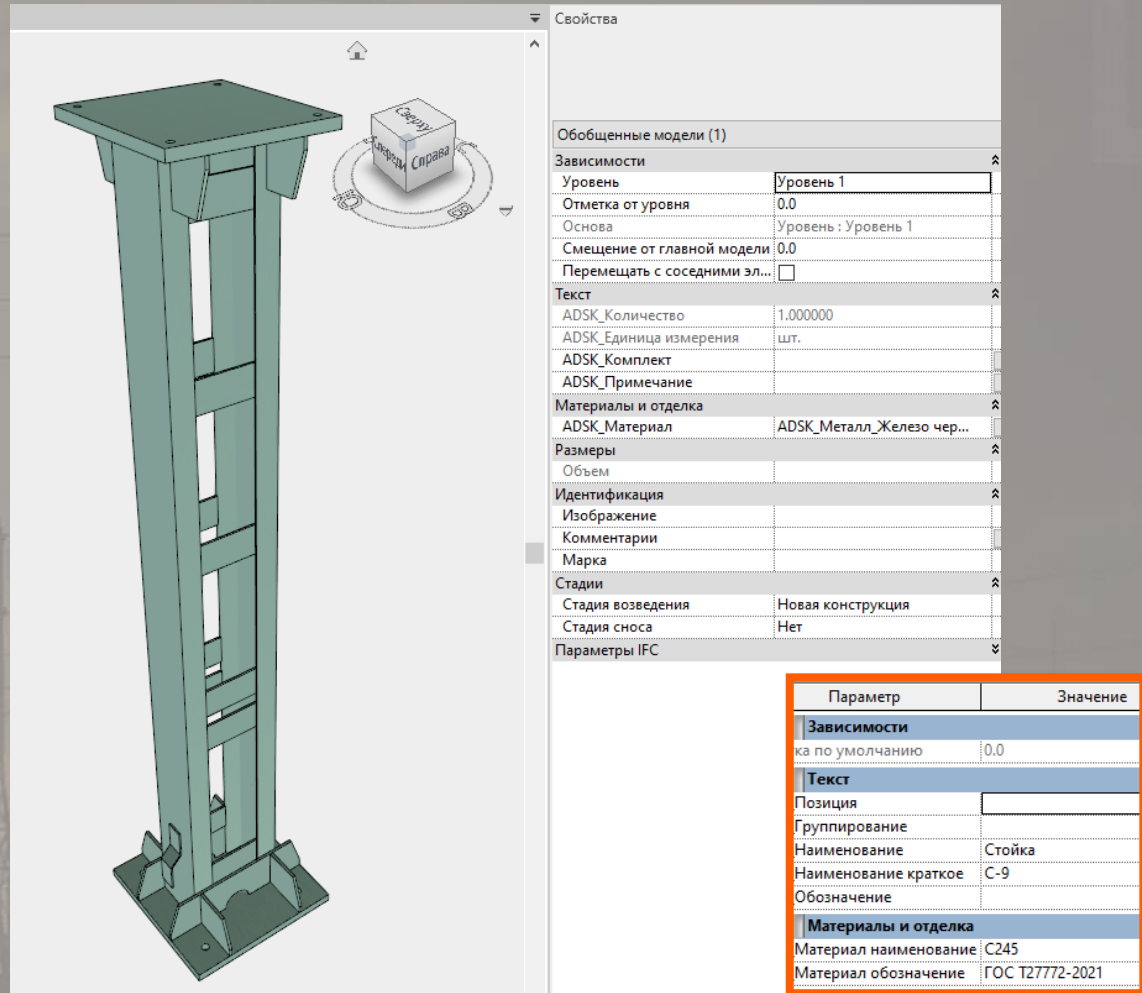


Свойства

Обобщенные модели (1)

Зависимости

Тип швеллера	20
=====	
Подошва_Видимые	<input checked="" type="checkbox"/>
Подошва_Наименование кра...	A30x480
Подошва_Толщина	30.0
Подошва_Ширина	480.0
Подошва_Длина	480.0
Подошва_Симметричный	40.0
Подошва_Асимметричный п...	65.0
Подошва_Асимметричный п...	110.0
Подошва_Диаметр_отверстия	20.0
Подошва_Углы_Обрезать	<input type="checkbox"/>
Подошва_Углы_Срез угла	60.0
=====	
Косынка_Видимые	<input type="checkbox"/>
Косынка_Наименование крат...	10x150
Косынка_Толщина	10.0
Косынка_Высота	150.0
Косынка_Длина	480.0
Косынка_Углы_Обрезать	<input checked="" type="checkbox"/>
Косынка_Углы_Срез угла по X	40.0
Косынка_Углы_Срез угла по Y	120.0
Косынка_Вырез в центре	<input checked="" type="checkbox"/>
Косынка_R выреза	50.0
=====	
Косынка мал_Видимые	<input checked="" type="checkbox"/>
Косынка мал_Наименование ...	10x150
Косынка мал_Толщина	10.0
Косынка мал_Высота	150.0
Косынка мал_Длина	140.0
Косынка мал_Отступ от края	100.0
Косынка мал_Углы_Обрезать	<input checked="" type="checkbox"/>
Косынка мал_Углы_Срез угла...	40.0
Косынка мал_Углы_Срез угла...	120.0
Косынка мал_Вырез в центре	<input type="checkbox"/>
Косынка мал_R выреза	50.0
===	
Уровень спецификации	Опорный уровень
Отметка от уровня	2670.0
Рабочая плоскость	Уровень : Опорный уровень



Свойства

Обобщенные модели (1)

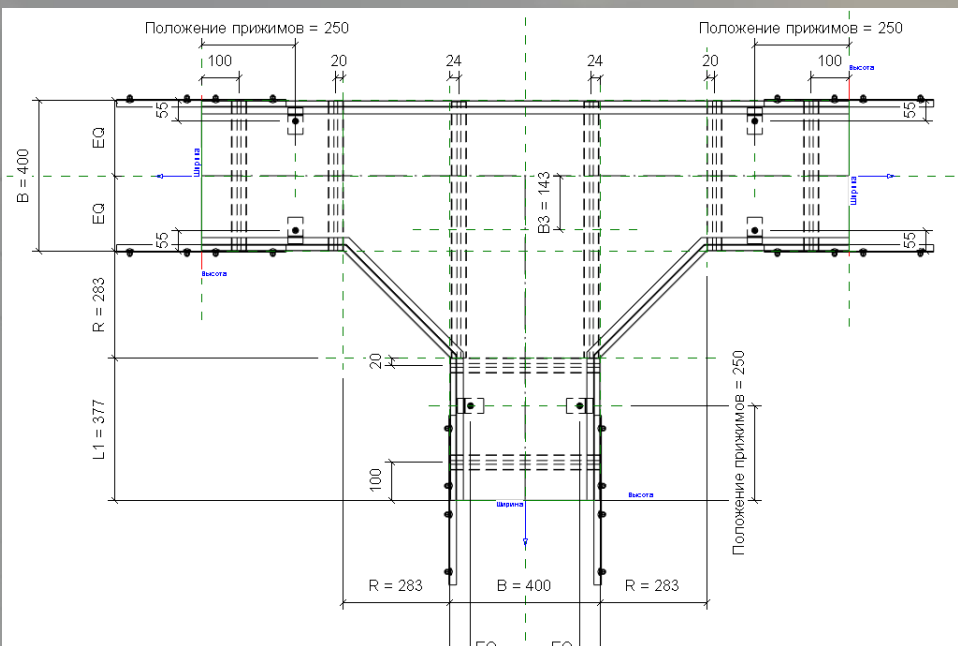
Зависимости

Уровень	Уровень 1
Отметка от уровня	0.0
Основа	Уровень : Уровень 1
Смещение от главной модели	0.0
Перемещать с соседними эл...	<input type="checkbox"/>
Текст	
ADSK_Количество	1.000000
ADSK_Единица измерения	шт.
ADSK_Комплект	
ADSK_Примечание	
Материалы и отделка	
ADSK_Материал	ADSK_Металл_Железо чер...
Размеры	
Объем	
Идентификация	
Изображение	
Комментарии	
Марка	
Стадии	
Стадия возведения	Новая конструкция
Стадия сноса	Нет
Параметры IFC	

Параметр	Значение
Зависимости	
ка по умолчанию	0.0
Текст	
Позиция	
Группирование	
Наименование	Стойка
Наименование краткое	C-9
Обозначение	
Материалы и отделка	
Материал наименование	C245
Материал обозначение	ГОСТ 127772-2021

Параметров у объекта может быть очень много – зачастую чтобы избежать путаницы и исключить случайное изменение параметра в проекте целесообразно не делать их доступными для редактирования из пространства проекта.

Примеры



Параметр	Значение	
Зависимости		
В (по умолчанию)	400.0	=
Положение прижимов (по умолчанию)	250.0	=
Цинкование_Исполнение (по умолчанию)	1	=
Крышка короба (по умолчанию)	<input checked="" type="checkbox"/>	=
Соединители компл.1 (по умолчанию)	<input checked="" type="checkbox"/>	=
Соединители компл.2 (по умолчанию)	<input checked="" type="checkbox"/>	=
Соединители компл.3 (по умолчанию)	<input checked="" type="checkbox"/>	=
Наличие прижимов (по умолчанию)	<input checked="" type="checkbox"/>	=
Отметка по умолчанию	0.0	= 0 мм

Графика

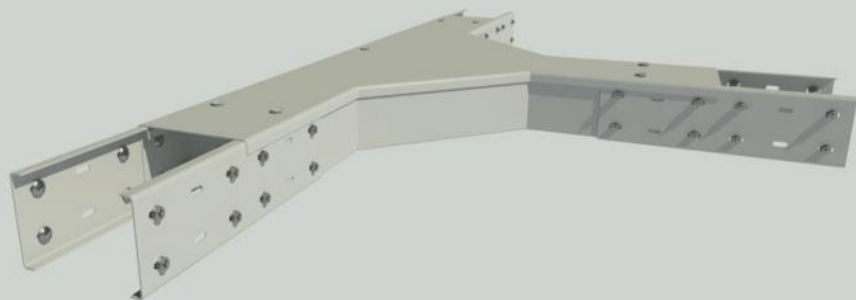
Материалы и отделка

Размеры

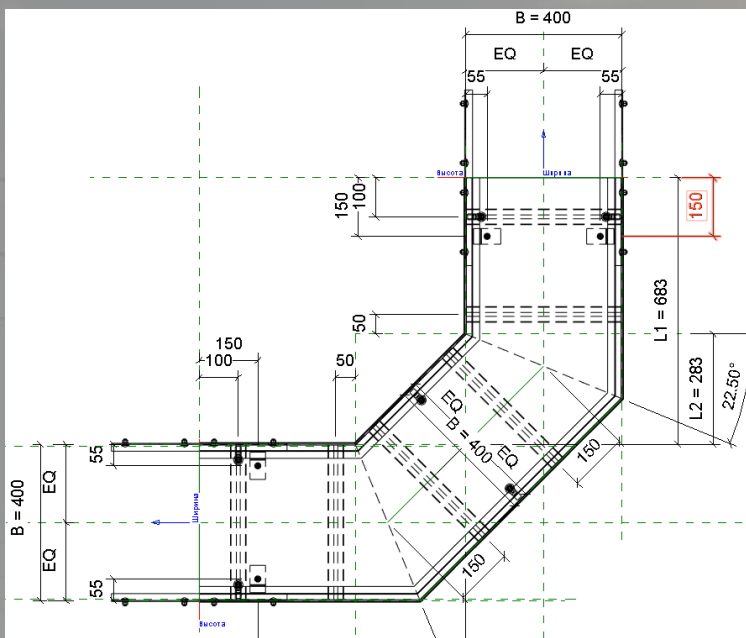
ADSK_Размер_Длина (по умолчанию)	1720.0	= L
ADSK_Размер_Ширина (по умолчанию)	400.0	= if(or(B = 200 мм, B = 400 мм, B = 600 мм), B, 0 мм)
ADSK_Размер_Высота (по умолчанию)	110.0	= 110 мм
ADSK_Размер_Толщина (по умолчанию)	2.0	= 2 мм
Масса элемента (по умолчанию)	24.000 кг	= if(B = 200 мм, 18.8 кг, if(B = 400 мм, 24 кг, if(B = 600 мм, 43 кг, 0 кг)))
Масса элемента (по умолчанию)	396.0	= if(or(B = 200 мм, B = 400 мм, B = 600 мм), B - 4 мм, B - 4 мм)
Масса элемента (по умолчанию)	678.8	= B + R - 4 мм
Масса элемента (по умолчанию)	143.4	= B2 / 2 - B / 2 + 4 мм
Масса элемента (по умолчанию)	1720.0	= if(B = 200 мм, 1520 мм, if(B = 400 мм, 1720 мм, if(B = 600 мм, 1920 мм, 1 мм)))
Масса элемента (по умолчанию)	377.2	= L / 2 - B / 2 - R
Масса элемента (по умолчанию)	282.8	= 400 мм * cos(45°)

Параметры IFC

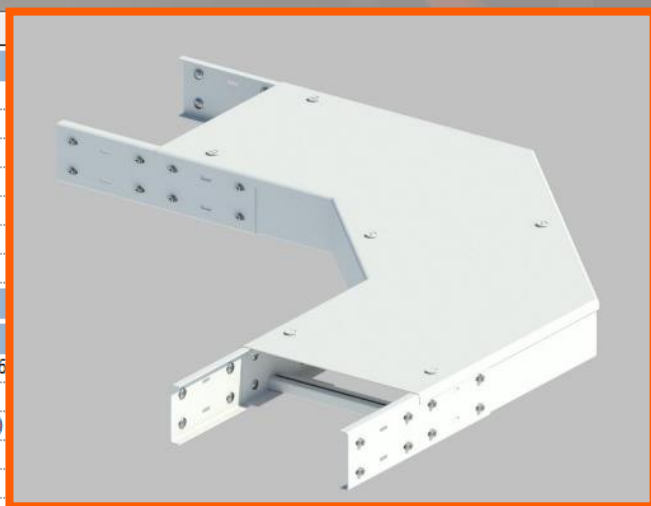
Группирование (по умолчанию)	Кабельные лотки и аксессуары	= "Кабельные лотки и аксессуары"
Примечание (по умолчанию)		=
Позиция (по умолчанию)		=
Сознание	ТУ ВУ 190006177.007-2007	= "ТУ ВУ 190006177.007-2007"
Наименование	Короб кабельный	= "Короб кабельный"
Материал обозначение (по умолчанию)	ГОСТ 14918-80	= if(Цинкование_Исполнение = 1, "ГОСТ 14918-80", "ГОСТ 9.307-89")
Материал наименование (по умолчанию)	по методу Сендимира	= if(Цинкование_Исполнение = 1, "по методу Сендимира", "горячее цинкование")
Марка (по умолчанию)	ККТ-0,11/0,4	= if(B = 200 мм, "ККТ-0,11/0,2", if(B = 400 мм, "ККТ-0,11/0,4", if(B = 600 мм, "ККТ-0,11/0,6", "Нет в каталоге продукции")))
Количество (по умолчанию)	1.000000	= 1
Код изделия	7308 90 980 7	= "7308 90 980 7"
Производитель	ОАО «Электроцентрмонтаж»	= "ОАО «Электроцентрмонтаж», г. Минск"
Единица измерения (по умолчанию)	шт.	= "шт."
URL страницы изделия	https://www.ecm.by	=



Примеры



Параметр	Значение	
Зависимости		
В (по умолчанию)	400.0	=
Цинкование_Исполнение (по ум	1	=
Крышка короба (по умолчанию)	<input checked="" type="checkbox"/>	=
Соединители компл.1 (по умолча	<input checked="" type="checkbox"/>	=
Соединители компл.2 (по умолча	<input checked="" type="checkbox"/>	=
Прижимы (по умолчанию)	<input checked="" type="checkbox"/>	=
Отметка по умолчанию	0.0	= 0 мм
Графика		
Размеры		
ADSK_Масса элемента (по умолч	19.100 кг	= if(B = 200 мм, 14.5 кг, if(B = 400 мм, 19.1 кг, if(B = 600 мм, 23.6 кг))
ADSK_Размер_Длина (по умолчан	1120.0	= L
ADSK_Размер_Ширина (по умолч	400.0	= if(or(B = 200 мм, B = 400 мм, B = 600 мм), B, 0 мм)
ADSK_Размер_Высота (по умолча	110.0	= 110 мм
ADSK_Размер_Толщина (по умол	2.0	= 2 мм
B1 (по умолчанию)	396.0	= B - 2 * ADSK_Размер_Толщина
L (по умолчанию)	1120.0	= if(B = 200 мм, 940 мм, if(B = 400 мм, 1120 мм, if(B = 600 мм, 1500 мм, 1 мм)))
L1 (по умолчанию)	682.8	= 400 мм + L2
L2 (по умолчанию)	282.8	= 400 мм * sin(45°)

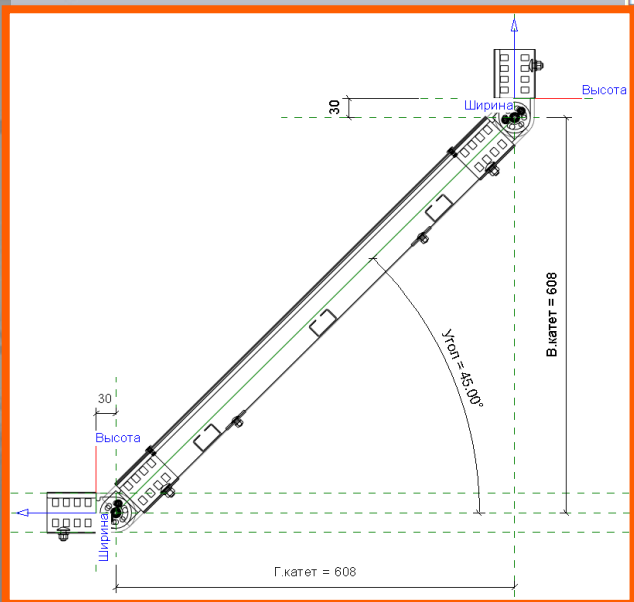


Параметры IFC		
Свойства		
Группирование	Кабельные лотки и аксессуары	= "Кабельные лотки и аксессуары"
Примечание (по умолчанию)		=
Позиция (по умолчанию)		=
Наименование	Короб кабельный	= "Короб кабельный"
Марка (по умолчанию)	ККПГ-0,11/0,4	= if(B = 200 мм, "ККПГ-0,11/0,2", if(B = 400 мм, "ККПГ-0,11/0,4", if(B = 600 мм, "ККПГ-0,11/0,6", "Нет в каталоге продукции")))
Обозначение	ТУ ВУ 190006177.007-2007	= "ТУ ВУ 190006177.007-2007"
Код изделия	7308 90 980 7	= "7308 90 980 7"
Материал обозначение (по	ГОСТ 14918-80	= if(Цинкование_Исполнение = 1, "ГОСТ 14918-80", "ГОСТ 9.307-89")
Материал наименование (п	по методу Сендзимира	= if(Цинкование_Исполнение = 1, "по методу Сендзимира", "горячее цинкование")
Материал (по умолчанию)	<По категории>	=
Количество (по умолчани	1.000000	= 1
Единица измерения (по ум	шт.	= "шт."
Завод-изготовитель	ОАО «Электроцентрмонтаж», г.	= "ОАО «Электроцентрмонтаж», г. Минск"
URL страницы изделия	https://www.ecm.by	=

Примеры

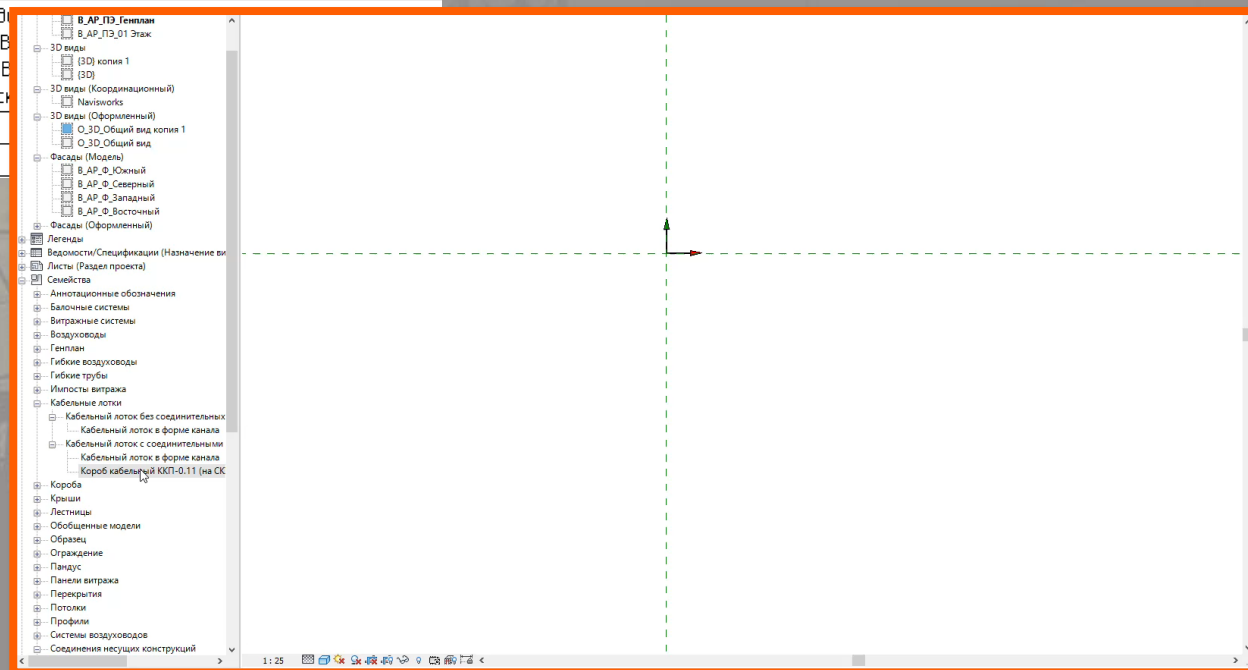
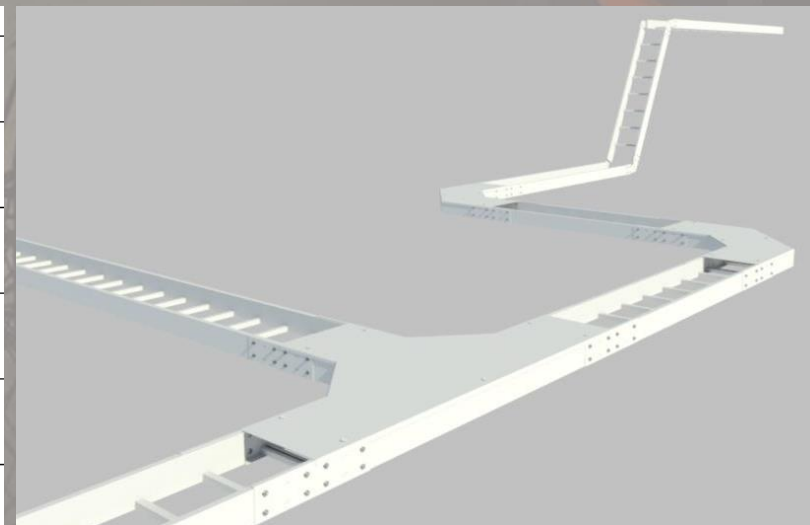


Параметр	Значение	Формула
Зависимости		
V (по умолчанию)	400.0	=
Угол (по умолчанию)	45.00°	=
Цинкование_Исполнение	1	=
Крышка короба (по умолчанию)	<input checked="" type="checkbox"/>	=
Прижимы (по умолчанию)	<input checked="" type="checkbox"/>	=
Соединители компл.1 (по умолчанию)	<input checked="" type="checkbox"/>	=
Соединители компл.2 (по умолчанию)	<input checked="" type="checkbox"/>	=
Отметка по умолчанию	0.0	= 0 мм
Графика		
Размеры		
ADSK_Масса элемента (по умолчанию)	5.600 кг	= if(B = 200 мм, 3.9 кг, if(B = 400 мм, 5.6 кг, if(B = 600 мм, 10 кг, 0 кг)))
ADSK_Размер_Длина (по умолчанию)	800.0	= 800 мм
ADSK_Размер_Ширина (по умолчанию)	400.0	= if(or(B = 200 мм, B = 400 мм, B = 600 мм), B, 0 мм)
ADSK_Размер_Высота (по умолчанию)	60.0	= H
ADSK_Размер_Толщина (по умолчанию)	1.5	= 1.5 мм
B1 (по умолчанию)	403.0	= 2 * ADSK_Размер_Толщина + B
B2 (по умолчанию)	397.0	= -2 * ADSK_Размер_Толщина + B
L (по умолчанию)	60.0	= 60 мм
L (по умолчанию)	860.0	= 860 мм
L_катет (по умолчанию)	608.1	= L * sin(Угол)
L_катет (по умолчанию)	608.1	= L * cos(Угол)
γ1(-1) (по умолчанию)	-45.00°	= -1 * (90° - Угол)
γ2 (по умолчанию)	45.00°	= 90° - Угол
Параметры IFC		
Данные		
DSK_Группирование	Кабельные лотки и аксессуары	= "Кабельные лотки и аксессуары"
DSK_Позиция (по умолчанию)		=
DSK_Примечание (по умолчанию)		=
DSK_Обозначение	ТУ ВУ 190006177.007-2007	= "ТУ ВУ 190006177.007-2007"
DSK_Наименование	Короб кабельный	= "Короб кабельный"
DSK_Материал обозначение	ГОСТ 14918-80	= if(Цинкование_Исполнение = 1, "ГОСТ 14918-80", "ГОСТ 9.307-89")
DSK_Материал наименование	по методу Сендимира	= if(Цинкование_Исполнение = 1, "по методу Сендимира", "горячее цинкование")
DSK_Материал (по умолчанию)	<По категории>	=
DSK_Марка (по умолчанию)	ККПВ-0,06/0,4	= if(B = 200 мм, "ККПВ-0,06/0,2", if(B = 400 мм, "ККПВ-0,06/0,4", if(B = 600 мм, "ККПВ-0,06/0,6", "Нет в каталоге продукции")))
DSK_Код изделия	7308 90 980 7	= "7308 90 980 7"
DSK_Количество (по умолчанию)	1.000000	= 1
DSK_Единица измерения (по умолчанию)	шт.	= "шт."



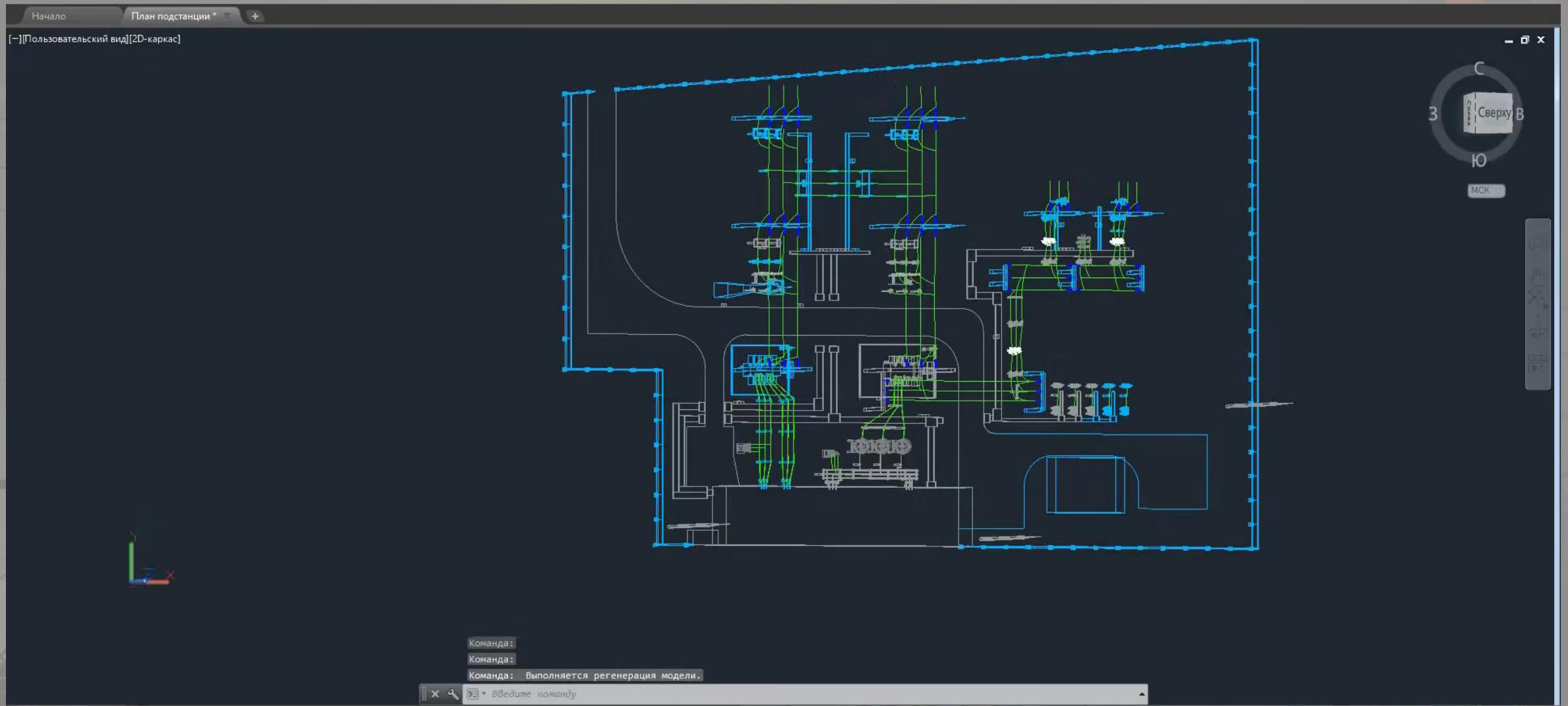
Примеры

Кабельные лотки и аксессуары					
2	шт.	Короб кабельный	ККПГ-0,11/0,4	разработано РЧП «Белэнергосетьпроект» https://www.besp.by +375173889949	Короб кабельный поворотный на 90° горизонтальный предназначен для прокладки кабелей на участках горизонтального поворота трассы на 90°.
1	шт.	Короб кабельный	ККТ-0,11/0,4	разработано РЧП «Белэнергосетьпроект» https://www.besp.by +375173889949	Короб кабельный типа ККТ предназначен для разветвления трассы прокладки кабелей в трех направлениях под углом 90°.
2	шт.	Крышка короба кабельного	ККПГ-0,11/0,4	разработано РЧП «Белэнергосетьпроект» https://www.besp.by +375173889949	
1	шт.	Крышка короба кабельного	ККТ-0,11/0,4	разработано РЧП «Белэнергосетьпроект» https://www.besp.by +375173889949	
14	шт.	Прижим короба		разработано РЧП «Белэнергосетьпроект» https://www.besp.by +375173889949	При помощи прижима боковые стенки короба крепятся к консоли кабельной типа КК. В комплект поставки короба входит 4 прижима.
14	шт.	Соединитель коробов прямой	СКП-0.11	разработано РЧП «Белэнергосетьпроект» https://www.besp.by +375173889949	Соединитель коробов прямой СКП-0,11 предназначен для соединения коробов типа ККП, ККПГ, ККТ.
4	шт.	Соединитель коробов угловой вертикальный	СКЧВ-0.11	разработано РЧП «Белэнергосетьпроект» https://www.besp.by +375173889949	Соединитель коробов угловой вертикальный СКЧВ-0,11 предназначен для соединения коробов типа ККП, ККПГ, ККТ.
14	комплект	Болт с квадратным подголовником	M6x12	(с гайкой M6 и стопорной шайбой Ø6)	
14	комплект	Болт с квадратным подголовником	M8x16	(с гайкой M8 и стопорной шайбой Ø8)	



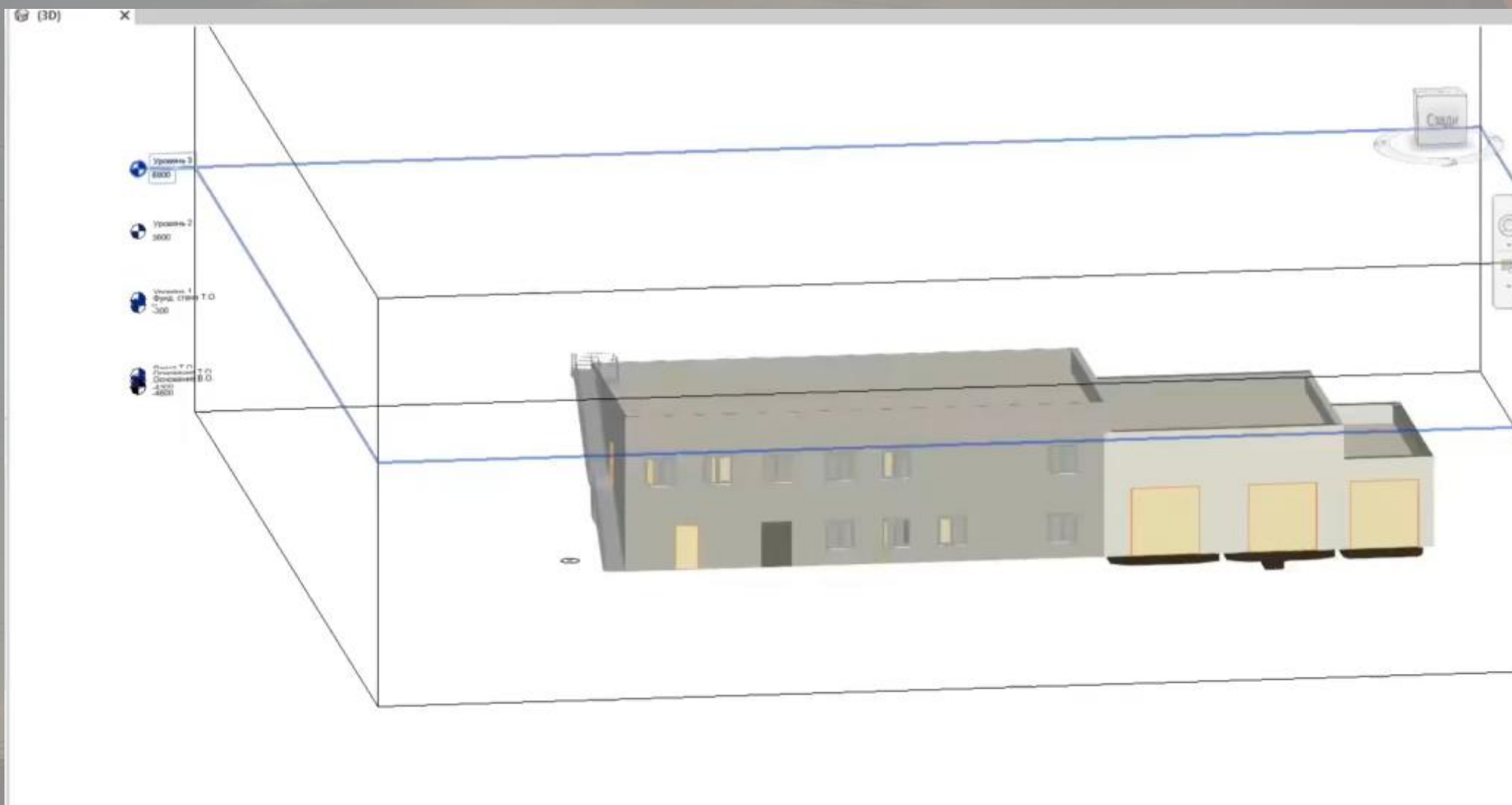
Правильно разработанные элементы модели взаимодействуют друг с другом и подсчитываются в спецификациях автоматически. Пересчитываются при изменении информационной модели.

Model Studio CS OPY



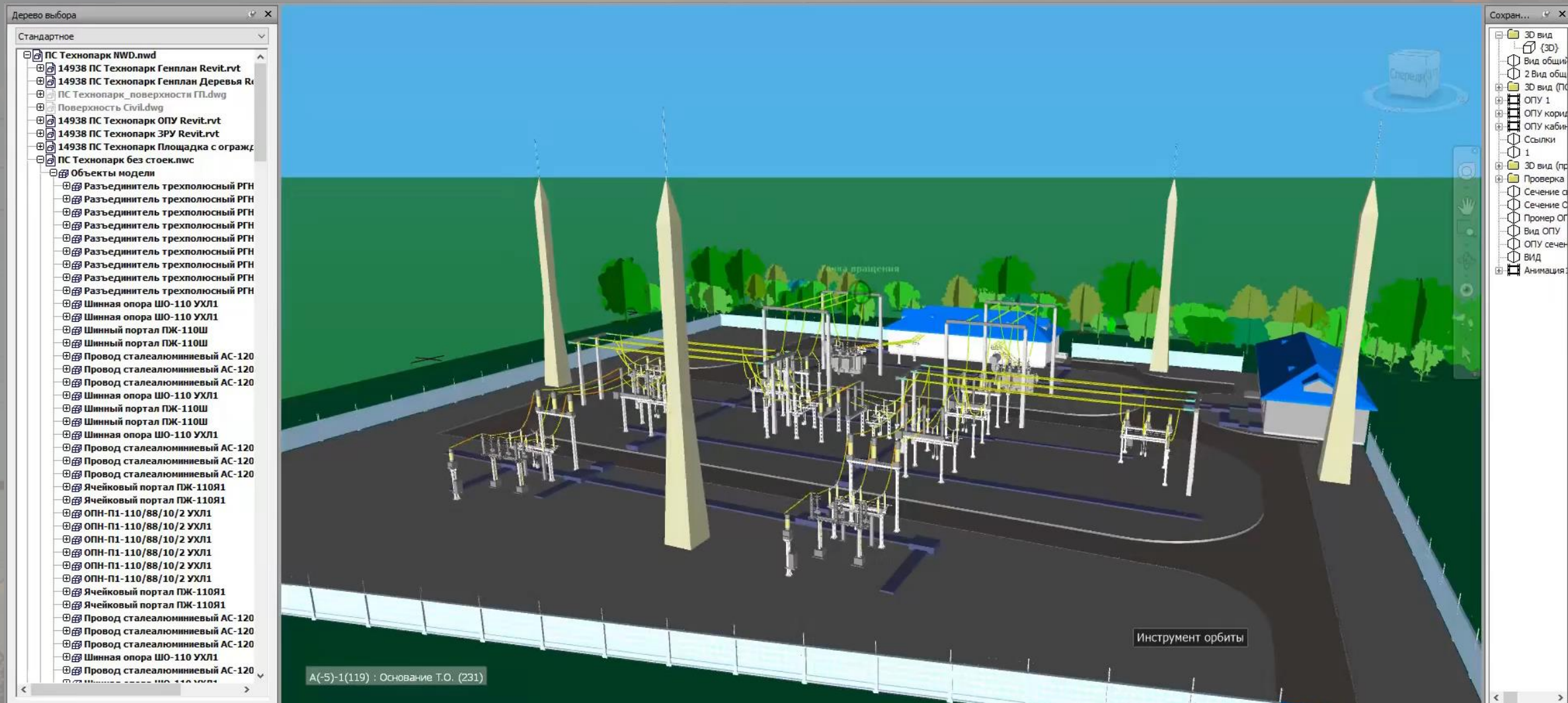
Работа проектировщика в Model Studio CS OPY.

Autodesk Revit




Работа проектировщика в Autodesk Revit.

Сводная информационная модель



Работа проектировщика в Autodesk Navisworks.



Ждем ваших вопросов
и предложений для
сотрудничества!

тел.+375 17 388-99-00
e-mail: enproekt@besp.by



BESP_VIM



 БЕЛЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ !