

addFC - дополнительные инструменты для FreeCAD

Голодников Сергей

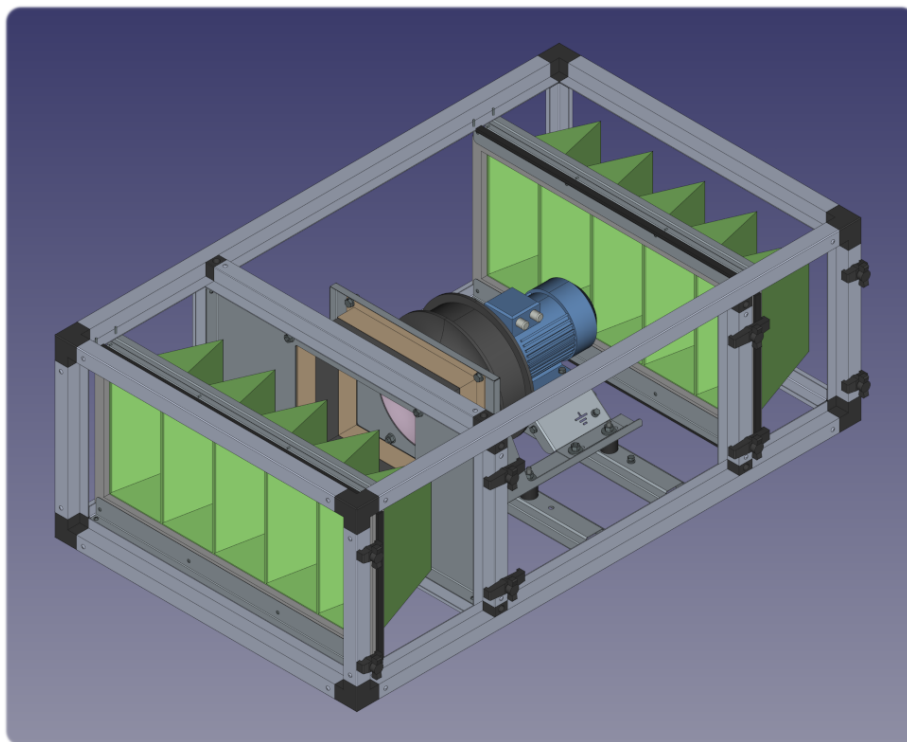
18.07.2024

1 Цели и задачи

- Спецификация материалов - BOM.
- Пакетная обработка деталей из листового металла.
- Создание конструкторской документации.
- Автоматизация процессов.

Главная задача верстака - упростить работу с большими и «сложными» сборками, в особенности со сборками содержащими детали из листового металла.

«Сложными» я называю параметрические модели (сборки) с большим количеством объектов и узлов в виде ссылок и связей (App::Link). Основной смысл в повторном использовании компонентов.



Изображение 1: Пример «сложной» сборки

Логика работы базируется на добавлении пользовательских свойств к объектам, придавая им определённые смысловые значения.

2 Панель инструментов

При выборе верстака **addFC** станет доступна панель его инструментов, выглядит она так:



Изображение 2: Панель инструментов

Инструменты по порядку:

1. Открыть последний рабочий файл - **Recent File** (Alt+Shift+R).
2. Изометрический вид и отображение в размер окна - **Display** (Alt+Shift+D).
3. Управление моделью - **Model Control** (Alt+Shift+C).
4. Спецификация материалов (BOM) - **Specification** (Alt+Shift+S).
5. Наполнение объекта свойствами - **Add Properties** (Alt+Shift+A).
6. Создание трубопровода по координатам - **Pipe** (Alt+Shift+P).
7. Вид с разнесёнными частями - **Explode** (Alt+Shift+E).
8. Помощь и примеры - **Help and examples**.

Примечание: FreeCAD позволяет создавать дополнительные панели инструментов, рекомендую воспользоваться этим и создать из наиболее востребованных функций собственную панель для отображения её на своём основном рабочем верстаке, например в PartDesign.

3 Помощь и примеры

В составе верстака есть образцы изучив которые можно лучше понять принципы его работы, чтобы открыть один из них - воспользуйтесь командой [Help and examples](#) на панели инструментов. Наиболее подходящий пример - **Assembly**, он и будет рассмотрен в данном руководстве.

4 Параметры и настройки

Specification

Sheet metal

Specification group: **1**

Remove

Add

	Title	Type	Addition	Alias
1	Name	String	False	
2	Index	String	False	
3	Material	Enumeration	False	
4	MetalThickness	Float	False	
5	Quantity	Float	True	
6	Unfold	Bool	False	
7	Unit	Enumeration	False	
8	Id	Integer	False	
9	Price	Float	True	
10	Type	Enumeration	False	
11	Weight	Float	True	

2

Values of enumerated properties:

Property	Values
1 Material	-, Steel, Galvanized, Stainless, AISI 304, AISI 316
2 Unit	-, m, kg, m ² , m ³
3 Type	-, Node, Part, Sheet metal part, Fastener, Material

3

Изображение 3: Параметры спецификации

4.1 Область 1 - Наименование для группировки свойств

Свойства, которые мы добавим объектам будут объединены в специальную группу, наименование которой можно указать в соответствующем поле. Это облегчит визуальное восприятие и не позволит нашим свойствам смешиваться со стандартными.

4.2 Область 2 - Свойства пользователя

В данной таблице находятся все доступные для использования свойства.

- **Title** - наименование свойства (важно: только латинские символы).
- **Type** - тип значения свойства, для использования доступны:
 - **Bool** - логический тип данных (true или false).
 - **Enumeration** - список из заранее заданных значений.
 - **Float** - число с плавающей точкой.
 - **Integer** - целое число.
 - **String** - текстовая строка.
- **Addition** - указывает на необходимость суммировать все значения свойства (пример использования: общая масса сборки).
- **Alias** - псевдоним свойства, значение которое заменит **Title** при показе или экспорте спецификации (позволяет обойти ограничение на латинские символы).

Кнопки **Remove** и **Add** соответственно позволяют удалить выделенное в таблице свойство или добавить строку для создания нового.

4.3 Область 3 - Списки заранее заданных значений

Все свойства с типом данных **Enumeration** отображаются в этой области.

В колонке **Values** - разделённые запятой значения для формирования списка.

5 Свойства объектов

Неактивные свойства и значения в таблице, являются основными и требуются для корректной работы верстака.

Свойства должны придать смысловую нагрузку объектам FreeCAD.

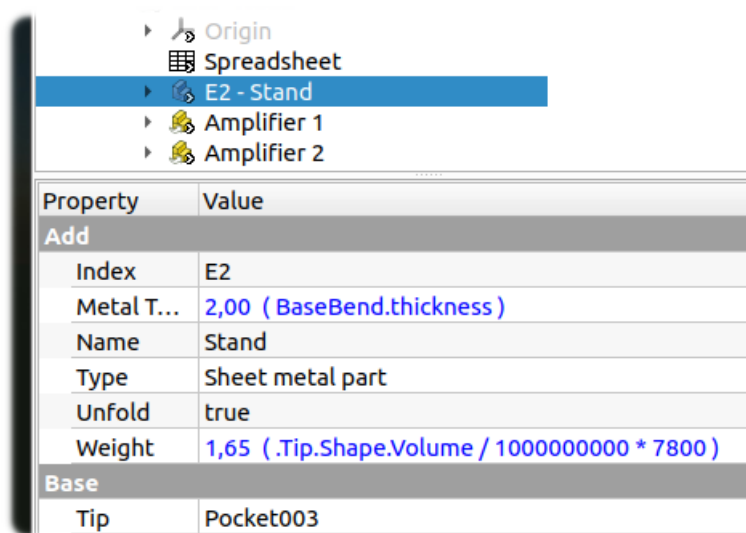
- **Name** - имя, наименование объекта - самое важное свойство, программа работает с элементами только при условии наличия у них имени. Наименование должно отражать суть объекта.
- **Index** - идентификатор для определения позиции объекта в сборке и кодовое обозначение детали для изготовления.
- **Material** - материал объекта (список значений). Для листового металла это важное свойство, при создании плоского вида детали (развёртка) для оцинкованной и нержавеющей стали используются разные коэффициенты, также это свойство учитывается при сохранении развёртки во внешний файл.
- **MetalThickness** - толщина металла, краткое обозначение: **MT**.
- **Unfold** - определяет необходимость создания плоского вида для конкретного объекта (актуально только для деталей из листового металла).
- **Quantity** и **Unit** - количество и единица измерения (-, **m**, **kg**, **m²**, **m³**). Для штучных элементов значение по умолчанию в большинстве случаев - это единица (-). Для различных материалов доступны любые комбинации: например длина уплотнителя **1,2 m** или количество утеплителя **4,2 m²**. Важно: значения суммируются для одинаковых по наименованию объектов.

5.1 Дополнительные свойства

Эти свойства не являются основными (их можно удалить), но тем не менее они полезны в работе:

- **Id** - некий идентификатор объекта для связи с другой программой, например с 1С (код номенклатуры).
- **Price** - стоимость объекта.
- **Type** - тип объекта (список значений). Полезное свойство для группирования элементов при показе или экспорте спецификации.
- **Weight** - масса объекта.

*Для учёта объекта программой, только свойство **Name** является обязательным, все остальные используются по мере необходимости.*



The screenshot shows a software interface. At the top, there is a tree view with the following items: 'Origin', 'Spreadsheet', 'E2 - Stand' (highlighted in blue), 'Amplifier 1', and 'Amplifier 2'. Below the tree view is a table with two columns: 'Property' and 'Value'.

Property	Value
Add	
Index	E2
Metal T...	2,00 (BaseBend.thickness)
Name	Stand
Type	Sheet metal part
Unfold	true
Weight	1,65 (.Tip.Shape.Volume / 1000000000 * 7800)
Base	
Tip	Pocket003

Изображение 4: Пример объекта с заполненными свойствами

Specification
Sheet metal

Sheet metal part, color and density:
#b4c0c8
7800
1
Calculate K-Factor

Steel / Galvanized:

	Thickness	Radius	K-Factor	Alias
1	0.5	1.3	0.473	A
2	0.8	1.3	0.46	B
3	1.0	1.3	0.453	C
4	1.2	1.7	0.456	D
5	1.5	1.7	0.448	D
6	2.0	2.7	0.454	E
7	3.0	3.3	0.446	F

Default
Remove
Add

Stainless / AISI:

	Thickness	Radius	K-Factor	Alias
1	0.5	1.3	0.473	AS
2	0.8	1.3	0.46	BS
3	1.0	1.3	0.453	CS
4	1.2	1.7	0.456	DS
5	1.5	1.7	0.448	DS
6	2.0	2.7	0.454	ES
7	3.0	3.3	0.446	FS

Default
Remove
Add

2

Изображение 5: Параметры листового металла

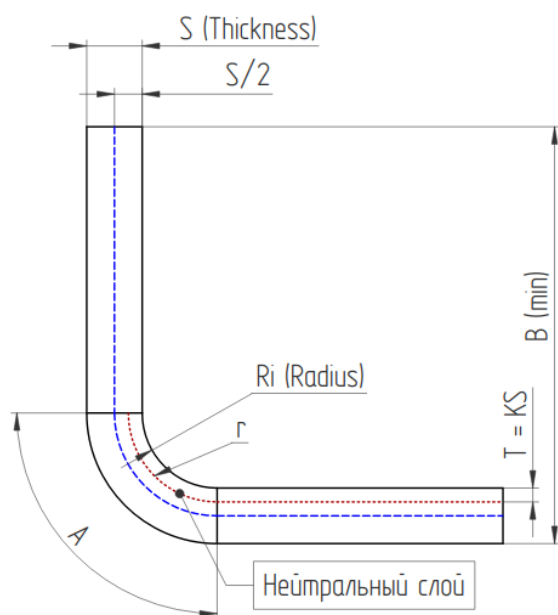
5.2 Область 4 - Параметры для детали из листового металла

Первое значение - цвет объекта в формате hex (#b4c0c8), второе - усреднённое значение плотности стали (7800 кг/м³).

5.3 Область 5 - Параметры листовой стали

В этой таблице указаны допустимые для использования толщины (**thickness**) листового металла и их параметры, такие как внутренний радиус изгиба (**radius**) и коэффициент К (**k-factor**) используемый при расчёте плоского вида (развёртки). **Alias** - это псевдоним для толщины металла он необходим для корректного экспорта развёрток во внешний формат.

Кнопка **Calculate K-Factor** автоматически вычисляет коэффициент К (**k-factor**) для каждой толщины по формулам из сопротивления материалов:



Вычисление коэффициента K:

$$K = 1 / \log (1 + S / Ri) - Ri / S$$

Вычисление радиуса кривизны нейтрального слоя:

$$r = Ri + K * S$$

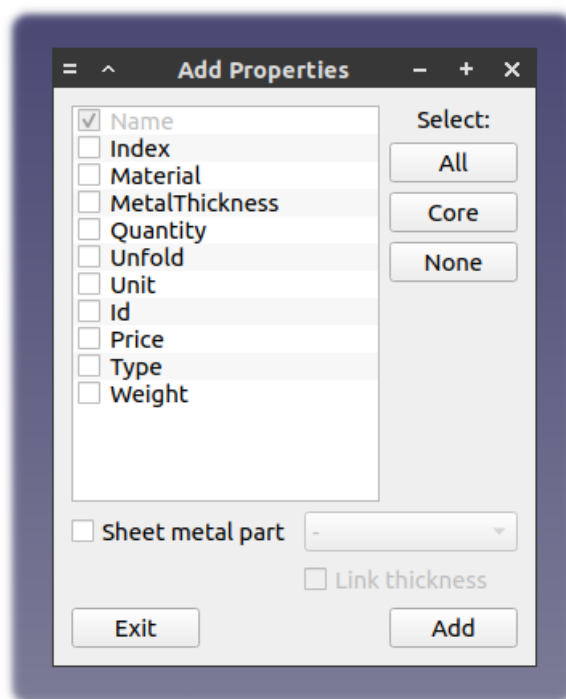
Вычисление длины дуги нейтрального слоя:

$$n = \pi * r * A / 180$$

Изображение 6: Формулы вычислений параметров листового металла

6 Наполнение объекта свойствами

Для добавления свойств необходимо выделить один или несколько объектов и воспользоваться командой [Add Properties](#) на панели инструментов.



Изображение 7: Интерфейс команды **Add Properties**

В интерфейсе команды виден весь список доступных пользовательских свойств. Необходимо отметить нужные и нажать **Add**.

Кнопки **All**, **Core**, **None** - выбрать все свойства, только основные и очистить выбор, соответственно.

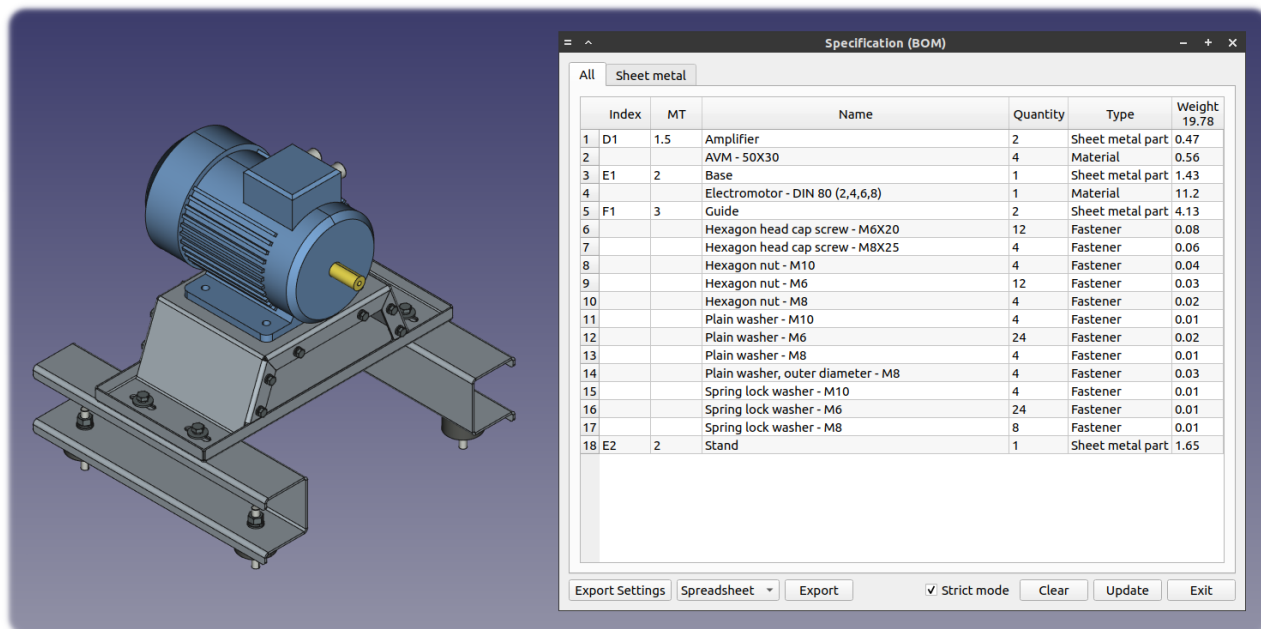
Флажок **Sheet metal part** отметит все необходимые свойства для детали из листового металла, позволит выбрать тип материала и при желании связать свойство **MetalThickness** с параметрами толщины объекта. Дополнительно элементу будет присвоена масса и цвет на основе параметров указанных в настройках - [изображение 5: область 1](#).

Примечание: В процессе присвоения имени (Name) и индекса (Index) программа пробует угадать значения свойств на основе наименования (Label) объекта.

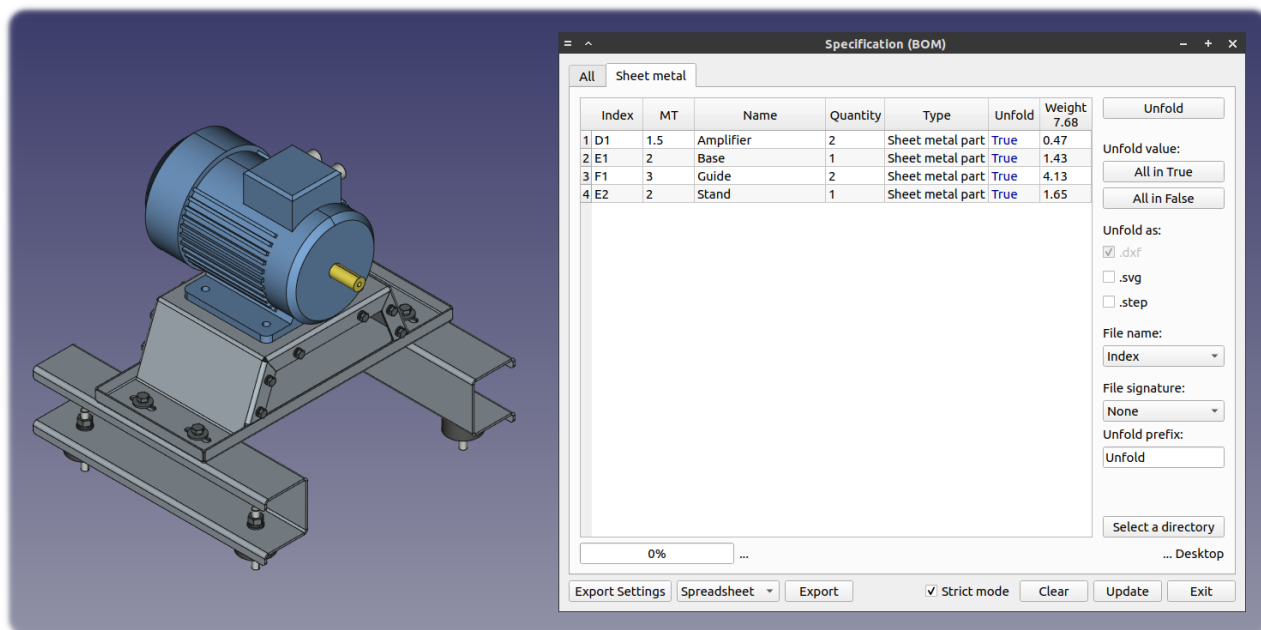
Для автоматического заполнения этих свойств шаблон наименования должен соответствовать: **«Index. Name - Copy»** или **«Index - Name - Copy»**. В случае соответствия шаблону значения будут корректно заполнены, пример - [изображение 4](#).

7 Спецификация материалов (BOM)

Для формирования и работы со спецификацией необходимо воспользоваться командой [Specification](#) на панели инструментов. На основе пользовательских свойств программа сформирует спецификацию для любой модели (сборки), рассмотрим пример из состава верстака:



Изображение 8: Спецификация, общая



Изображение 9: Спецификация, листовой металл

Интерфейс спецификации содержит две вкладки:

- **All** - все объекты.
- **Sheet metal** - объекты из листового металла.

Опция **Strict mode** - если флажок снят программа будет обрабатывать все пользовательские свойства находящиеся в вашей группе - [изображение 3: область 1](#), а не только указанные в таблице (область 2).

С [общей спецификацией](#) думаю всё понятно, рассмотрим объекты из листового металла - на [данной вкладке](#) расположены функции для их пакетной обработки. Производственный процесс таких деталей в большинстве случаев потребует два элемента:

- Заготовка (развёртка) - плоский вид объекта для нестинга и обработки на станках.
- Деталь в 3D формате (step) - для гибки листового металла.

Все детали из сформированного на основе модели (сборки) списка, в зависимости от значения свойства **Unfold**, могут быть обработаны и экспортированы во внешние файлы, такие как dxf, svg (развёртки) и step (3D).

Select a directory - позволяет выбрать директорию для сохранения результатов работы (значение по умолчанию - рабочий стол пользователя).

Unfold prefix - имя директории в которую будут сохранены файлы, а также вариант для подписи детали.

File signature - список вариантов подписи детали. Подпись - это текст в файле, внутри контура детали, который может быть полезен при нестинге. На данный момент функция доступна только для формата dxf. При значении **None** подпись отключена.

File Name - шаблон по которому будут названы файлы, например для детали «**E2 - Stand**» ([изображение 4](#)) варианты имени будут следующими:

- **Index** = E2 (1).dxf
- **Name** = Stand (1).dxf
- **Index + Name** = (E2) Stand (1).dxf

Цифра в скобках, в конце имени - это номер экземпляра (копии), если в сборке две или более одинаковых детали они будут сохранены в отдельные файлы.

После выбора нужных опций и параметров можно нажать кнопку **Unfold** и программа сохранит все полученные данные по указанному пути. Процесс работы можно наблюдать в индикаторе прогресса и во FreeCAD, на панели отчёта (report view).

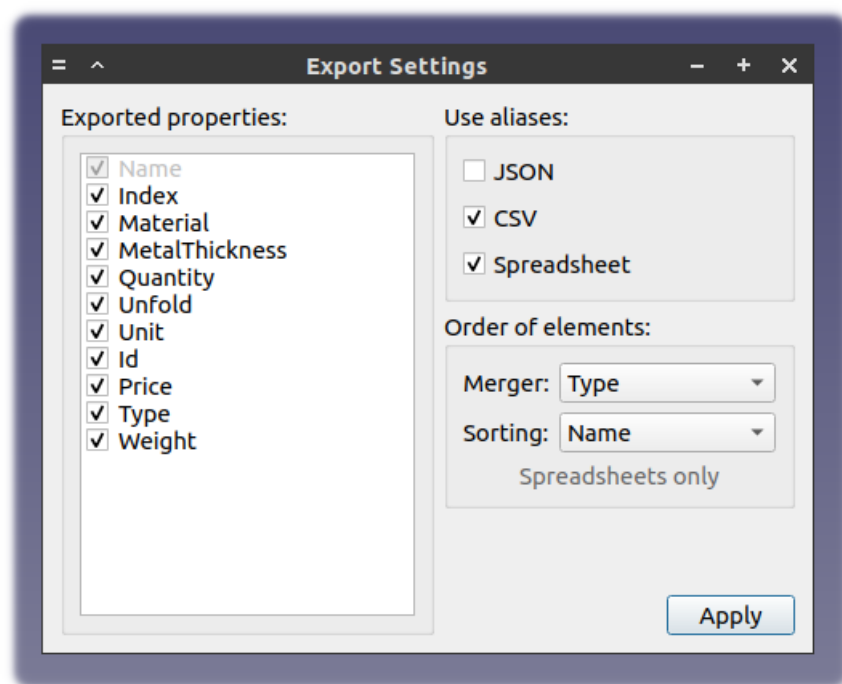
Важно: файлы деталей будут размещены в дополнительных директориях, имена которых соответствуют псевдониму (Alias) толщины стали - [изображение 5: область 2](#).

8 Экспорт спецификации

Программа может экспортировать спецификацию модели (сборки) для последующего просмотра, редактирования или иного использования, доступные форматы:

- **Spreadsheet** - электронная таблица FreeCAD.
- **json** - самый подходящий вариант для последующей автоматизации.
- **csv** - представление базы данных.

Для начала рассмотрим параметры экспорта, кнопка **Export Settings**.



Изображение 10: Параметры экспорта спецификации

В левой части интерфейса можно выбрать свойства которые будут экспортированы.

В области **Use aliases** нужно отметить форматы в которых будут использоваться псевдонимы, как замена имени (Title) свойства.

В области **Order of elements** нужно указать свойства для группировки и сортировки объектов:

- **Merger** - свойство по значению которого элементы будут сгруппированы, самое подходящее - тип объекта (Type), например вывести сначала все метизы, потом материалы, следом - детали.
- **Sorting** - свойство по значению которого объекты будут сортированы внутри группы (Merger), самое логичное - сортировать по индексу (Index) или имени (Name).

Выберете необходимые опции, подходящий формат и нажмите кнопку **Export**.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Index	MT	Name	Quantity	Type	Unfold	Weight
2			Hexagon head cap screw - M6X20	12	Fastener		0,08
3			Hexagon head cap screw - M8X25	4	Fastener		0,06
4			Hexagon nut - M10	4	Fastener		0,04
5			Hexagon nut - M6	12	Fastener		0,03
6			Hexagon nut - M8	4	Fastener		0,02
7			Plain washer - M10	4	Fastener		0,01
8			Plain washer - M6	24	Fastener		0,02
9			Plain washer - M8	4	Fastener		0,01
10			Plain washer, outer diameter - M8	4	Fastener		0,03
11			Spring lock washer - M10	4	Fastener		0,01
12			Spring lock washer - M6	24	Fastener		0,01
13			Spring lock washer - M8	8	Fastener		0,01
14			AVM - 50X30	4	Material		0,56
15			Electromotor - DIN 80 (2,4,6,8)	1	Material		11,20
16	D1	1,50	Amplifier	2	Sheet metal part	True	0,47
17	E1	2	Base	1	Sheet metal part	True	1,43
18	F1	3	Guide	2	Sheet metal part	True	4,13
19	E2	2	Stand	1	Sheet metal part	True	1,65

Изображение 11: Результат экспорта спецификации

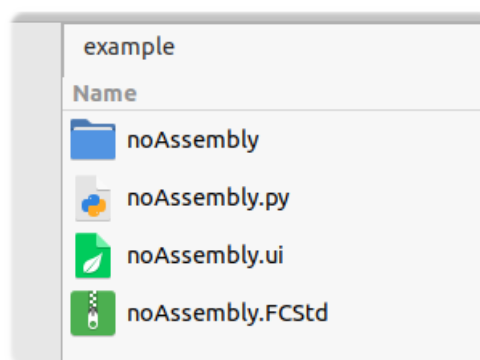
9 Управление моделью

На панели задач доступна команда **Model Control** назначение которой - запустить управляющую программу для **параметрической** модели.

В своей работе я убедился, что не одна из существующих (для FreeCAD) систем сборки в комплексе с таблицами и уравнениями не способна дать таких возможностей, которые доступны из программного кода.

Своим параметрическим моделям я пишу управляющие файлы и интерфейсы, вызывать которые удобно одной командой, для этого рядом с основным файлом модели (сборки) должны находиться два файла названные аналогично основному.

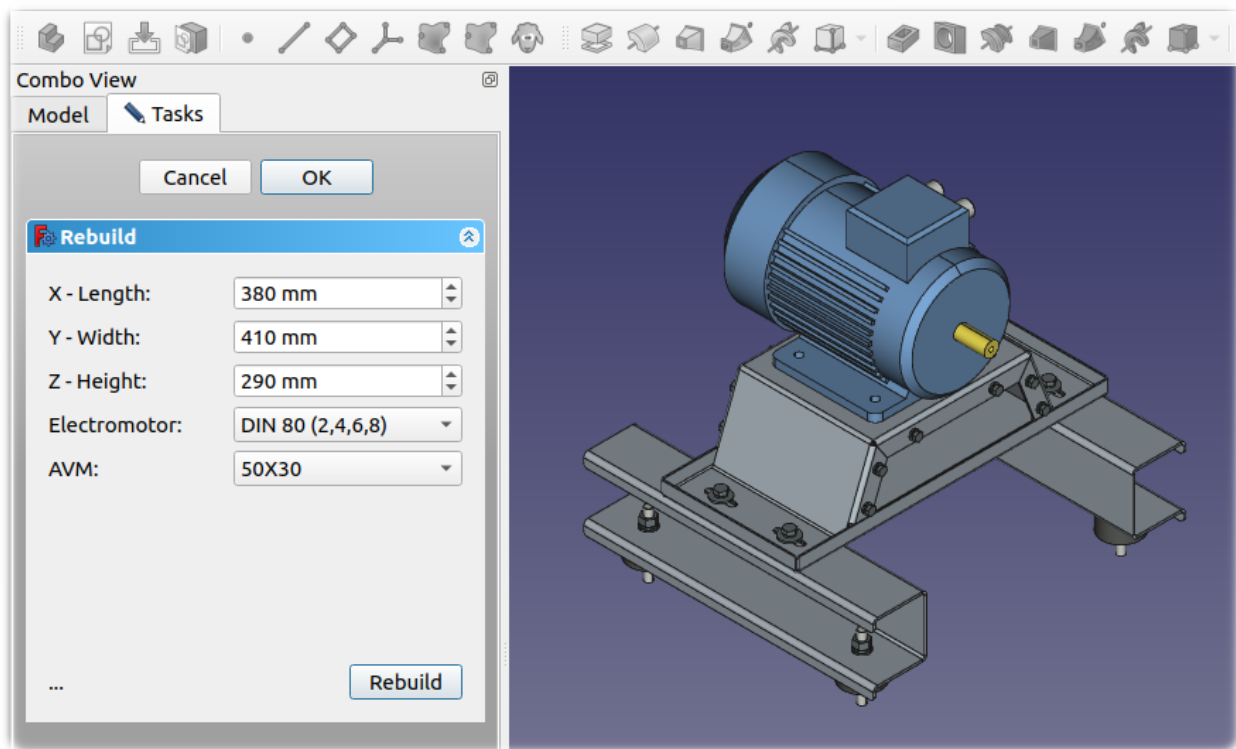
В образцах поставляемых вместе с верстаком доступен простой пример параметрической модели для изучения - `addFC/repo/example`



Изображение 12: Файлы параметрической модели

- **.FCStd** - основной файл модели - сборка.
- **.ui** - интерфейс пользователя - Qt.
- **.py** - управляющий код - Python.
- **noAssembly** - директория с дополнительными файлами.

Открыв основной файл, командой **Model Control** можно вызвать его управляющую программу:



Изображение 13: Интерфейс управления параметрической моделью

Для удобства графический интерфейс пользователя встроен в боковую панель FreeCAD, задав в нём необходимые параметры и выбрав из списков комплектующие нажмите кнопку **Rebuild** - модель перестроится.

10 Создание трубопровода по координатам

Продолжение следует ...

11 Вид с разнесёнными частями

Продолжение следует ...