addFC – дополнительные инструменты для FreeCAD

Голодников Сергей

30.12.2024

1 Цели и задачи

- Генерация спецификации материалов на основе модели.
- Пакетная обработка деталей из листового металла.
- Помощь в создании конструкторской документации.
- Библиотека компонентов.
- 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 (клавиша R).
- 2. Изометрический вид и отображение в размер окна Display (клавиша D).
- 3. Управление моделью Model Control (клавиша С).
- 4. Спецификация материалов Model Information (клавиша I).
- 5. Наполнение объекта свойствами Add Properties (клавиша А).
- 6. Создать чертёж на основе шаблона Creating a Drawing.
- 7. Библиотека элементов и узлов Library (клавиша L).
- 8. Вид с разнесёнными частями **Explode** (клавиша E).
- 9. Создание трубопровода по координатам Pipe (клавиша Р).
- 10. 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.

Важно: корректное отображение моделей может зависеть от версии FreeCAD.

	Select an e	element	-	ø	×
addFC - Addition	nal files				
Documentation	- English				
Documentation	- Russian				
Assembly					
Belt Roller Supp	ort				
Pipe					
RU std: ECKД - M	Лодель			-	
RU std: ECKД - K	онструкторо	ская докум	ентаци	я	
Attention					
Attention!	reated in Fre		00 0 21	2	
All models are c	reated in Fre	ecab versi	011 0.2 1	.2.	
		Exit		Open	
		Ente		- Pen	

Изображение 3: Помощь и примеры

- Additional files дополнительные файлы, такие как шаблоны чертежей, штриховки и шрифты.
- Documentation документация по работе с верстаком (этот файл).
- Assembly и Belt Roller Support примеры моделей (сборок) и работы со свойствами. Assembly модель параметрическая.
- Ріре пример использования инструмента Ріре.
- **RU std: ЕСКД** оформление конструкторской документации по стандартам, включая автоматическую генерацию спецификации.

4 Параметры и настройки

Name Code Index Material MetalThio		String	Addition	Alias
Code Index Material MetalThio		String	False	74105
Index Material MetalThio		String	False	
Material MetalThio		String	False	
MetalThio		Enumeration	False	
Mada	ckness	Float	False	
Node		String	False	
Price		Float	True	
Quantity		Float	True	
Unfold		Bool	False	
0 Unit		Enumeration	False	
1 Weight		Float	True	
2 Format		Enumeration	False	
3 Id		String	False	
4 Note		String	False	
5 Туре		Enumeration	False	
		Enumeration	False	
6 Section			1000	
5 Section	Imerated properties	Available types:	: Bool, Enumeration,	Float, Integer, Stri
6 Section	Imerated properties	Available types: Values	: Bool, Enumeration,	Float, Integer, Stri
alues of enu Property Material	Imerated properties	Available types Values	: Bool, Enumeration,	Float, Integer, Stri
alues of enu Property Material Unit	umerated properties y use the materials tab -, m, kg, m^2, m^3	Available types: Values	: Bool, Enumeration,	Float, Integer, Stri
alues of enu Property Material Unit Format	Imerated properties / use the materials tab -, m, kg, m^2, m^3 -, A0, A1, A2, A3, A4	Available types: Values	: Bool, Enumeration,	Float, Integer, Stri
alues of enu Property Material Unit Format Type	Imerated properties y use the materials tab -, m, kg, m^2, m^3 -, A0, A1, A2, A3, A4 -, Part, Sheet metal part, Fastener, Ma	Available types: Values sterial	: Bool, Enumeration,	Float, Integer, Stri



4.1 Область 1 – Наименование для группировки свойств

Свойства, которые мы добавим объектам будут объединены в специальную группу с наименованием «**Add**». Это облегчит визуальное восприятие и не позволит нашим свойствам смешиваться со стандартными.

4.2 Область 2 – Свойства

В данной таблице находятся все доступные для использования свойства.

- Title наименование свойства (важно: только латинские символы).
- Туре 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.

4.4 Стандартные свойства

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.
- Code кодовое обозначение элемента или детали.
- Index идентификатор для определения позиции объекта в сборке.
- 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. Дополнительно: к этому свойству можно привязать плотность и стоимость за единицу для автоматического подсчёта массы и себестоимости объекта.
- MetalThickness толщина металла, краткое обозначение: «МТ».
- Node наименование узла которому принадлежит объект, полезно для разделения итоговой спецификации на группы. Примечание: при отсутствии свойства или его значения используется имя (Label) документа.

- Price себестоимость объекта (может быть задана уравнением с привязкой к материалу).
- Unfold определяет необходимость создания плоского вида для конкретного объекта (актуально только для деталей из листового металла).
- Weight масса объекта (может быть задана уравнением с привязкой к материалу).
- 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.

4.5 Дополнительные свойтсва

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

- Format формат на котором выполнен документ (список значений).
- Id некий идентификатор объекта для связи с другой программой, например с 1С (код номенклатуры).
- Note заметка, напоминание или пояснение.
- Туре тип объекта (список значений). Полезное свойство для группирования элементов при показе или экспорте спецификации.
- Section разделы спецификации по стандарту ЕСКД.

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

 								
 S E2 - Stand S Amplifier 1 S Amplifier 2 S Link - Electromotor Explosion 								
Property	Value							
Add								
Code	E2							
Index	05							
Material	Galvanized							
Metal Thickness	2,00 (BaseBend.thickness)							
Name	Stand							
Туре	Sheet metal part							
Unfold	true							
Weight	1,67(.Tip.Shape.Volume * 7870 / 10 ^ 9)							

Изображение 5: Пример объекта с заполненными свойствами

						-	
	Thickness	Radius	K-Factor		Thickness	Radius	K-Factor
1	0.35	1.0	0.475	1	0.4	1.0	0.472
2	0.4	1.0	0.472	2	0.5	1.0	0.466
3	0.45	1.0	0.469	3	0.6	1.0	0.461
4	0.5	1.0	0.466	4	0.7	1.3	0.464
5	0.55	1.0	0.464	5	0.8	1.3	0.46
б	0.6	1.0	0.461	6	0.9	1.3	0.456
7	0.65	1.0	0.458	7	1.0	1.3	0.453
8	0.7	1.3	0.464	8	1.2	1.7	0.456
9	0.75	1.3	0.462	9	1.5	1.7	0.448
10	0.8	1.3	0.46	10	2.0	2.7	0.454
11	0.9	1.3	0.456	11	2.5	2.7	0.446
12	1.0	1.3	0.453	12	3.0	3.3	0.446
13	1.2	1.7	0.456	13	4.0	5.3	0.453
14	1.4	1.7	0.45	14	5.0	6.7	0.454
15	1.5	1.7	0.448	15	6.0	8.3	0.455
16	1.8	1.7	0.44	16	8.0	10.5	0.453
17	2.0	2.7	0.454	17	10.0	13.3	0.454
18	2.5	2.7	0.446	18	12.0	16.7	0.455
19	3.0	3.3	0.446				
20	3.5	3.3	0.44				

Изображение 6: Параметры листового металла

4.6 Область 4 – Цвет для детали из листового металла

Цветовое отображение для объекта в формате HEX, значение по умолчанию: #b4c0c8.

4.7 Область 5 – Параметры листовой стали

В этой таблице указаны основные используемые толщины «**Thickness**» листового металла и их параметры, такие как внутренний радиус изгиба «**Radius**» и коэффициент К «**K-Factor**» используемый при расчёте плоского вида (развёртки).

Кнопка **Calculate K-Factor** автоматически вычисляет коэффициент **K** для каждой толщины по формулам из сопротивления материалов:





reeCAD interface	•					
✓ Use a custom	font		Ubunt	U	• 11	*
or changes to tak	e effect, you must r	estart FreeC	AD			
dditions						
✓ SheetMetal (0	0.6.11) ✓ eze	dxf (1.3.5)		✓ NumPy (2.2.0)	✓ FFmpeg	
U std: Template						
Основная надпи	С	-				
Обозначение	xxxx.xxxxxx.xx>	(Организация		_
Разработ.	Иванов И. И.				Организация	
Проверил]		
Т. контр.				Наименование		
Н. контр.					Изделие	_
Утвердил						_
Материал				Масса Маштаб		
				Литера		
Шаблоны по ум	олчанию					
Шаблон графі	ического документа	9		RU_Portrait_A4.	svg	•
Шаблон текст	ового документа			RU_Portrait_A4_	_T_1.svg	*

Изображение 8: Дополнительные параметры

4.8 Область 6 – Параметры шрифта интерфейса и дополнения

В области **Font** можно указать необходимость подмены стандартного шрифта программы и его параметры, в области **Additions** отображено наличие в системе дополнений необходимых для полноценной работы данного верстака.

4.9 Область 7 – Параметры для шаблонов стандарта ЕСКД и СПДС

В этой области можно указать значения для автоматического заполнения штампов при создании чертежей на основе шаблона и автоматической генерации спецификации на основе модели. В качестве первого листа спецификации будет выбран шаблон указанный в соответствующем поле (шаблон текстового документа).

Все шаблоны находятся в директории - addFC/repo/add/stdRU/tpl

Для их корректного отображения вам потребуется

установить шрифт - addFC/repo/add/stdRU/GOST-2.304.81-A-Slanted.ttf

De	fault material Galvanized 🔹			Default	Remove Add		
	Title	Category	Density	Unit	Price per unit		
1	Galvanized	Sheet metal	7870	m^2	0		
2	Stainless	Sheet metal	7900	m^2	0		
3	Aluminum	General	2700	kg	0		
4	Brass	General	8600	kg	0		
5	Cast iron	General	7300	kg	0		
6	Ceramic	General	2300	kg	0		
7	Concrete	General	2410	m^3	0		
8	Copper	General	8900	kg	0		
9	Glass	General	2530	kg	0		
10	Mineral wool	General	100	m^2	0		
11	Rubber	General	1000	kg	0		
12	Steel	General	7800	kg	0		
13	AISI 201	Sheet metal	7860	m^2	0		
14	AISI 304	Sheet metal	7950	m^2	0		
15	AISI 316	Sheet metal	7970	m^2	0		
16	AISI 321	Sheet metal	8020	m^2	0		
17	AISI 430	Sheet metal	7720	m^2	0		
18	ABS	Plastic	1040	kg	0		
19	PET/G	Plastic	1340	kg	0		
20	PLA	Plastic	1240	kg	0		
21	PP	Plastic	900	kg	0		
22	PVC	Plastic	1330	kg	0		
23	EPDM	Rubber	155	kg	0		
24	Natural rubber	Rubber	920	kg	0		
25	Neoprene	Rubber	1230	kg	0		
26	Wood, low density	Wood	500	m^3	0		
27	Wood, medium density	Wood	700	m^3	0		
28	Wood, high density	Wood	900	m^3	0		

Изображение 9: Материалы и их параметры

4.10 Материалы

На этой вкладке находится список материалов доступных для использования.

- **Title** и **Category** наименование материала и его категория. Для работы с деталями из листового металла выбор материала ограничен соответствующей категорией.
- **Density** плотность материала, может использоваться для автоматического расчёта массы объекта, свойство «**Weight**».
- Unit и Price per unit цена за единицу материала, при необходимости может использоваться для расчёта себестоимости элемента, свойство «Price».

5 Наполнение объекта свойствами

Для добавления свойств необходимо выделить один или несколько объектов и воспользоваться командой Add Properties на панели инструментов.

Ad	ld properties 💷 🖙 🗙						
All Prev. Core None							
✓ Name							
Code							
🗌 Index							
Material	Galvanized 👻						
MetalThickness							
Node							
Price							
Quantity							
Unfold	True						
🗌 Unit	-						
Weight							
Format	-						
🗆 Id							
Note							
🗌 Туре							
Section							
 Section Set weight and price as an equation Sheet metal part Link thickness 							
Exit	Add						

Изображение 10: 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. Кнопка **Prev.** выделит свойства добавленные при последнем использовании команды.

Флажок Set weight and price as an equation – если включено, добавленные свойства «Weight» и «Price» будут содержать уравнения для автоматического расчёта соответствующих параметров.

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 присвоен цвет на основе параметров указанных в настройках.

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 5.

6 Спецификация материалов

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



Изображение 11: Спецификация, общая

ſ	_		_	_	_		Model info	rmation				_ 0 ×
	вом	Sheet	t metal	I								
	C	ode In	ndex	Material	мт	Name	Node	Quantity	Туре	Unfold	Weight 7.74	Unfold all
	1 D1	14		Galvanized	1.5	Amplifier	amplifier	2	Sheet metal part	True	0.47	Unfold value:
	2 E1 3 F1	01		Galvanized	2	Base Guide	ouide	2	Sheet metal part	True	4.16	All in True
	4 E2	05		Galvanized	2	Stand	stand	1	Sheet metal part	True	1.67	All in False
												Unfelden
												Unrold as:
												V.UXI
												▼ .svg
												✓ .step
												File name:
												Code + Name 🔹
												File signature:
												Code *
												Unfold prefix:
												Unfold
												Colorba disertany
												Select a directory
		0%	6									addFC
V												
	Expor	t Setting	js Sp	preadsheet		* Export			✓ Strict m	ode	Clear	Update Exit
	_					_	_	_	_		_	

Изображение 12: Спецификация, листовой металл

Интерфейс содержит две вкладки: **BOM** – 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 4: область 1, а не только указанные в таблице (область 2).

На вкладке общей спецификации расположены три кнопки:

- Indexing elements автоматическое проставление позиций «Index» для всех учтённых в спецификации элементов.
- Update enumerations обновление в объектах модели свойств содержащих списки заранее заданных значений. Полезно после добавлении новый значений в настройках.
- Update equations обновление в объектах модели свойств содержащих связанные с материалами уравнения, свойства «Weight» и «Price».

Далее мы 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 значение **None** подпись отключена. Важно: для работы этой функции необходим Python модуль: ezdxf.

File Name – шаблон по которому будут названы файлы, например для детали «E2 - Stand» (изображение 5) варианты имени будут следующими:

- Name = Stand (1).dxf
- **Code** = E2 (1).dxf
- Index = 05 (1).dxf
- Code + Name = (E2) Stand (1).dxf
- Index + Name = (05) 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 наименованию материала и толщины стали.

7 Экспорт спецификации

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

- Spreadsheet электронная таблица FreeCAD.
- json текстовый формат обмена данными, самый подходящий вариант для последующей автоматизации.
- сsv представление базы данных.
- **RU std: Spreadsheet** создание электронной таблицы со спецификацией в формате ЕСКД.
- RU std: TechDraw выгрузка спецификации в оформлении текстового документа ЕСКД.

Для начала рассмотрим параметры экспорта, кнопка Export settings.

Ехро	ort settings – 🗸 ×
Exported properties	Use aliases Use aliases Use aliases USE aliases USE aliases V CSV CSV Spreadsheet Order of elements Merger Type • Sorting Name • Spreadsheets only
	Apply

Изображение 13: 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 «**Туре**», 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**».

Примечание: в вариантах выгрузки спецификации по правилам ЕСКД элементы будут сгруппированы по значениям свойства **Section**, в соответствии со стандартами оформления.

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

Выберете необходимые опции, подходящий формат и нажмите кнопку Export.

Изображение 14: Результат экспорта спецификации

		Формат	Зона	Позиция		Обозна	ачени	e	Наимено	вание	Кол-во	Приме	чание
H.									Документ	ация			
эмпди		A4			ΑБΒΓ.ΧΧΧΧΧ	Χ.ΧΧΧ (ΓΓ			Сборочный чертёж		1		
Tepő.									Детал	U			
				1	ΑБΒΓ.ΧΧΧΧΧ	X.001			Основание		1		
				2	ΑБΒΓ.ΧΧΧΧΧ	'X.002			Ролик		1		
									Стандартны	е изделия			
				4					Болт М8Х35 ГОСТ 7798	3-70	1		
				5					Гайка М8 ГОСТ 5915-70		1		
οN				6					Шайба пружинная M8 I	TOCT 6402-70	1		
npab									Прочие из	делия			
)				3					Кольцо резиновое ГОСТ	9833-73	1	061-07	71-58
	L												
a													
л дат													
DUCP (
Под													
1													
oyō,													
1H₿. N													
^													
HB. Nº													
am. u													
Bi													
та													
и да													
дпись													Вер
По		Игм	Πυ	r m	№ доким	Подпись	Лата		ΑБΒΓ.ΧΧΧΧΧ	Χ.ΧΧΧ ርБ			1
Ц		Раз	ραδα	 M. k	ванов И. И.	TIOUTIULB	28.07.24			/lum.	Лист	Лис	стов
V ^o noc		Про	вери	и п	Тетров П. П.		29.07.24		Οποπα	Π	2		2
NHB.		Н. к	онт	2					υπορα	Oj.	ганиза	ция	
		Sml	nepd.	Л	идоров С. С.		30.07.24		Копировал		Формат А	4	

Изображение 15: Результат экспорта спецификации по правилам ЕСКД

8 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 сборок в комплексе с таблицами и уравнениями не способна дать таких возможностей, которые доступны из программного кода.

Своим параметрический 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 16: 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:

62400	1020	8) 8	N 🛛	J. B			í 📾 🎺	R	
Combo View		ð								
Model 🔪 Tasks										
Cancel	ОК 380 mm	 (2) (2) (3) (4) (4))		
Y - Width:	410 mm	÷								
Z - Height:	290 mm	\$						00		
Electromotor:	DIN 80 (2,4,6,8)	•		~			\mathbb{Z}	10	\frown	
AVM: 	50X30 Rebuil	Ť				d co				

Изображение 17: 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.

9 Создание трубопровода по координатам

Команда Pipe позволяет создать трубопровод по заданным координатам, *источником координат должны выступать точки* – это либо **Point** (инструмент верстака Draft), либо **Datum Point** (верстак PartDesign). Первый вариант предпочтителен.

Создайте и расположите в 3D пространстве точки, для удобства их можно объединить в группу, как показано на примере (изображение 17).

Выделите в дереве проекта группу с точками или любой другой родительский элемент (в примере это pipe и path) и нажмите Pipe на панели инструментов.

	= ^ Pipe	e – + X
Combo View	OD - Copper pipe	•
Model Tasks	Pipe:	1/4" 🔹
Application	Diameter:	6,35
 <i>ipe</i> <i>ipe</i> 	Fillet radius:	6,35
Crigin Gutput	Wall thickness:	0,76
 input 	Material:	Copper 🔹
 path point 1 point 2 	Experimental:	Add fittings
 point 3 point 4 		Remove fittings
 point 5 point 6 		
• point o	Exit	Create pipe

Изображение 18: Точки координат и интерфейс команды Ріре

В интерфейса доступно:

- Верхний раскрывающийся список это шаблоны труб, доступные варианты:
 - **OD Copper pipe** дюймовые медные трубы в диапазоне от 1/4" до 4+1/8".
 - DN Nominal pipe size трубы по условному проходу.
 - DN ВГП (водогазопроводная) трубы по ГОСТ 3262-75.
- Ріре вариант размера трубы из выбранного шаблона.
- Diameter диаметр, OD внешний, DN условный проход.
- Fillet radius радиус изгиба трубы.
- Wall thickness толщина стенки трубы.
- Material материал трубы, значения цвета и плотности.

При необходимости значения диаметра, изгиба и толщины стенки можно указать вручную, изменяя значения соответствующих полей.



После выбора необходимых параметров нажмите Create pipe.

Изображение 19: Результат работы команды Ріре

Программа получит координаты всех точек (сами точки будут сортированы по названию – **Label**, в порядке возрастания) и построит трубопровод с заданными ранее параметрами.

На изображении показан результат работы команды, справа вариант с добавленными фитингами (команда **Add fittings**), в данном случае это углы двухраструбные под пайку.

Подробности можно посмотреть открыв соответствующий пример, воспользовавшись командой Help and Examples на панели инструментов.

10 Вид с разнесёнными частями

Команда Explode отвечает за создание вида с разнесёнными частями (взрыв-схема) – это эскизный вид конструкции (сборки) с разнесёнными составными частями, который позволяет передать информацию об изделии в более простом и удобном для понимания виде. Инструмент позволяет создавать, анимировать и сохранять виды.



Изображение 20: Пример работы команды Explode: вид модели с разнесёнными частями



Изображение 21: Пример работы команды Explode: экспорт вида в чертёж

= ^ Explode	d – + x	
All groups:	Selected group:	
Group 1 Add Electromotor 1 Node, fasteners 1 Node, fasteners 2 Node, fasteners 3 Node, fasteners 4 Node, fasteners 5 Node, fasteners 6 Node, fasteners 7 - mix Node, fasteners 8 - mix Node 1 Base 1	Electromotor 1 Position Rotation X 0,00 0,00 1 Y 0,00 0,00 1 Z 0,00 0,00 1 Explode Combine Selection: Shape 1	
Guide, fasteners 1 Guide, fasteners 2 Guide, fasteners 3 Guide, fasteners 4 - mix Guides 1 Stand, fasteners 1 Stand, fasteners 2 Stand, fasteners 3 Stand 1	Trace Animation Line style: Dashed • Color: #aa0000 Line width: 1 Point size: 1 Remove Create	TraceAnimationKey frames: 3ClearAdd keySpeed:100 SplitTraceAnimateReverseExportAuto fitExport settings
Remove I 1 Exit Animate a	ll Explode all Combine all	

Изображение 22: Интерфейс команды Explode

В левой части интерфейса находятся группы, группа – это один или несколько объединённых элементов. Чтобы создать группу нужно выделить объекты в дереве проекта или окне 3D вида и нажать кнопку добавить (**Add**). Созданные группы можно удалять (**Remove**) и перемещать по позициям (стрелки: вверх, вниз).

Двойной клик по имени группы сделает её активной, область: Selected group.

Элементы активной группы можно перемещать по координатам (**Position**) и вращать по осям (**Rotation**). Все действия отображаются в окне 3D вида и автоматически сохраняются.

Кнопка **Combine** возвращает всем элементам в группе исходное расположение.

Кнопка Explode переводит объекты группы в расположение заданное пользователем.

Список **Selection** - внешний вид выделенных объектов:

- Shape заливка объекта цветом (стандартное выделение).
- BoundBox рамка вокруг объекта.
- None нет выделения.

Вкладка **Trace** отвечает за направляющие – это визуальные линии от исходной позиции элемента до его текущего расположения, указанного пользователем.

- Line style и Color стиль направляющей линии и её цвет.
- Line width и Point size толщина линии и размер начальной и конечной точек.
- Create и Remove создать и удалить направляющие линии для группы.

Пример направляющих можно увидеть на изображениях 19 и 20.

Вкладка **Animation** отвечает за анимацию разнесённого вида и экспорт анимации в видео файл. Общий принцип работы таков: после перемещения и/или поворота объекта можно задать ключевой кадр (**Add key**) программа анимирует движение и/или вращение объектов от начального расположения до положения заданного ключевым кадром. Количество кадров неограниченно. Текущее количество кадров отображается в поле: **Key frames**. Кнопка **Clear** удалит все созданные ключевые кадры для группы.

Speed – скорость воспроизведения анимации для текущего ключевого кадра. **Split** – если отмечено, то объекты в группе будут анимированы последовательно. **Trace** – отображать направляющие линии для объектов в процессе анимации.

Кнопка **Animate** – воспроизвести анимацию по ключевым кадрам. Галочка **Reverse**, если отмечена – анимация будет воспроизведена в обратном порядке. **Auto fit** – автоматическое позиционирование камеры для отображения всех элементов. **Export** – при воспроизведении сохранить анимацию в видео файл.

Важно: для полноценной работы необходимы:

- Python модуль NumPy для анимации.
- Библиотека FFmpeg для экспорта анимации в видео файл.

= ^ Export set	tings – + ×	:
Resolution:		
Standard sizes:	1080p (FHD) 👻	
Width:	1920	
Height:	1080 🗘	
Image:		
Background:	Current 🔹	
Creation method:	Framebuffer 💌	
Image format:	PNG 👻	
Show corner coo	ordinate system	
Video:		
Frame rate:	60	
Desktop		
Select a directory	Apply	

Изображение 23: Опции экспорта анимации, кнопка Export settings

Опции экспорта – это разрешение (**Resolution**) видео файла, его частота кадров (**Frame rate**), директория для сохранения результата – кнопка **Select a directory**, а так же некоторые настройки покадровых изображений:

- Image format PNG (выше качество) и JPG (быстрее).
- Background и Creation method.

11 Библиотека элементов и узлов

Скоро будет...