

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ

УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ (ТУСУР)

Кафедра компьютерных систем в управлении и проектировании (КСУП)

РАЗРАБОТКА ПЛАГИНА «ОТВЁРТКА» ДЛЯ «КОМПАС-3D»
ПРОЕКТ СИСТЕМЫ

по дисциплине

«Основы разработки САПР» (ОРСАПР)

Выполнил:

студент гр. 581

_____ Мирошников А.В.

«___» _____ 2024 г.

Проверил:

к.т.н., доцент каф. КСУП

_____ Калентьев А.А.

«___» _____ 2024

Томск 2024

1 Описание САПР

1.1 Описание программы

КОМПАС-3D – это российская импортонезависимая система трёхмерного проектирования, ставшая стандартом для тысяч предприятий и сотен тысяч профессиональных пользователей.

КОМПАС-3D широко используется для проектирования изделий основного и вспомогательного производств в таких отраслях промышленности, как машиностроение (транспортное, сельскохозяйственное, энергетическое, нефтегазовое, химическое и т.д.), приборостроение, авиастроение, судостроение, станкостроение, вагоностроение, металлургия, промышленное и гражданское строительство, товары народного потребления и т. д.[1]

Данная САПР позволяет проектировать модели и сборки разного уровня сложности, благодаря разнообразному функционалу, включающего в себя работу как с 2-мерными эскизами, так и с 3D-моделями. В САПР есть возможность работать со всеми основными примитивами необходимыми для создания эскизов и моделей, а также существует достаточное количество инструментов для работы с 3D-моделями (вытягивание, вращение, вырезание и др.).

Компас 3D имеет множество прямых аналогов на рынке, среди них встречаются Autodesk Inventor, SOLIDWORKS и др.

В рамках дисциплины выбор данной САПР объясняется наличием описания API на русском языке, доступность учебной версии САПР без необходимости получать одобрения от компании, а также большим количеством информации на сторонних ресурсах на русском языке, позволяющим детальнее узнать о возможностях работы с САПР.

1.2 Описание API

API (Application Programming Interface) — набор правил и протоколов, с помощью которых различные программные приложения могут взаимодействовать друг с другом и обмениваться данными, повышая тем самым функциональность и эффективность работы.[2]

Для подключения и работы с API на C# потребуется выполнить ряд следующих действий:

1. Включить в свойствах проекта функцию Register for COM Interop;
2. Создать DLL-обёртку для TLB Компас API с помощью TlbImp.exe;
3. Подключить созданный DLL к проекту;
4. Зарегистрировать библиотеку в системе КОМПАС (а именно реализовать статический метод типа .htmSample с рядом настроек)
5. Зарегистрировать библиотеку на компьютере пользователя, воспользовавшись утилитой RegAsm.exe

Таблица 1.1 – Используемые свойства класса (интерфейса) Application

Название	Тип данных	Описание
ActiveDocument	ICompasDocument	Свойство, содержащее текущий активный документ
Documents	IDocuments	Коллекция всех открытых документов в приложении
Math2D	IMath2D	Интерфейс 2D математики

Таблица 1.2 – Используемые методы класса (интерфейса) Application

Название	Входные параметры	Тип возвращаемы х данных	Описание
ExecuteCompasCommand	commandId, post	bool	Выполнение команды системы КОМПАС
MessageBoxEx	Text, caption, flags	long	Выдача всплывающего сообщения

Таблица 1.3 – Используемые свойства класса (интерфейса) IDocuments

Название	Тип данных	Описание
Item	IKompaDocument	Документ, заданный по имени, ссылке или индексу

Таблица 1.4 – Используемые методы класса (интерфейса) IDocuments

Название	Входные параметры	Тип возвращаемых данных	Описание
Add	Type, Visible	IKompaDocument	Создаёт новый документ
Open	PathName, Visible, ReadOnly, LoadCOMbinationIndex	IKompaDocument, null	Открывает документ (существующий)

Таблица 1.5 – Используемые свойства класса (интерфейса) IProcess2D

Название	Тип данных	Описание
Angle	double	Угол отклонения в градусах
X	double	Координата X
Y	double	Координата Y

Таблица 1.6 – Используемые свойства класса (интерфейса) IProcess3D

Название	Тип данных	Описание
MateConstraintsObjects	Variant	Выбранные объекты для сопряжения
Placement	IPlacement3D	Положение объекта
TakeProcessObject	IModelObject	Объект, создаваемый в подпроцессе

Таблица 1.7 – Используемые методы класса (интерфейса) IProcess3D

Название	Входные параметры	Тип возвращаемых данных	Описание
RunTakeCreateObject Process	ProcessType, TakeObject, NeedCreateTakeObj, LostTakeObj	bool	Запустить подчинённый режим создания объектов

1.3 Обзор аналогов плагина

Первым аналогом является приложения «Разъёмные соединения» [3] для Компас-3D, позволяющее формировать и размещать в сборке набор

Лицензия является платной (216 000 руб.). Данный аналог является прямым к плагину «Отвёртка». Пользовательский интерфейс представлен на рисунке 1.2.

Фреза червячная для цилиндрических зубчатых колёс с эвольвентным профилем

Параметры проектируемой фрезы

Тип фрезы: червячная

Модуль, мм: $m_n = 4$

Длина фрезы, мм: $L = 92$

Диаметр по буртикам, мм: $d_1 = 55$

Ширина буртика, мм: $l = 3$

Число стружечных канавок: $z_o = 8$

Вид канавки: винтовая

Высота зуба, мм: $h_o = 9.626$

Радиус закругления вершин, мм: $R_{ao} = 1.408$

Радиус закругления впадин, мм: $R_{fo} = 1.2$

Падение "затылка", мм: $K_1 = 4.5$

Задний угол на боковых режущих кромках, °: $\alpha_{bo} = \arctg \left(\frac{K_1}{\pi d_{ao}} \right) \sin \alpha = 3.08^\circ > 3^\circ$

Падение "затылка", мм: $K_2 = 5.5$

Передний угол зуба, °: $\gamma = 0.00$

Угол стружечной канавки, °: $\nu = 22$

Глубина стружечной канавки, мм: $H_k = 16.6$

Радиус закругления стружечной канавки, мм: $r_k = 2$

Доля шлифованной части зуба: $k_{ш} = 0.5$

Зубчатое колесо

Модуль, мм: $m_n = 4$

Число зубьев: $z = 30$

Исходный контур: 1 ГОСТ Р 50531-93

Степень точности: 7-C

Угол наклона зубьев, °: $\beta = 0^\circ 00' 00''$

Диаметр вершин зубьев, мм: $d_a = 128$

Делительный диаметр, мм: $d = 120$

Диаметр впадин зубьев, мм: $d_f = 110.374$

Ширина венца, мм: $b = 20$

Формулы расчета параметров фрезы

$\alpha = 25^\circ$

$h_o^* = 1$

$h_f^* = h_o^* + c^*$

$h_1^* = 2 \cdot h_o^*$

$\rho_f^* = 0.352079$

Параметры исходного контура

Угол наклона профиля: $\alpha = 25^\circ$

Коэффициент высоты головки: $h_o^* = 1$

Коэффициент высоты ножки: $h_f^* = h_o^* + c^*$

Коэффициент граничной высоты: $h_1^* = 2 \cdot h_o^*$

Коэффициент радиуса кривизны переходной кривой: $\rho_f^* = 0.352079$

Коэффициент радиального зазора: $\rho_f^* = 0.352079$

Параметры исходного контура

Тип передачи: Цилиндрическая внешняя зацепления

Запуск расчета

Рисунок 1.2 – Интерфейс приложения «Валы и механические передачи 3D. Зуборезный инструмент»

2 Описание предмета проектирования

Отвёртка – ручной слесарный и столярный монтажный инструмент, предназначенный для завинчивания и отвинчивания крепёжных изделий с резьбой.[5]

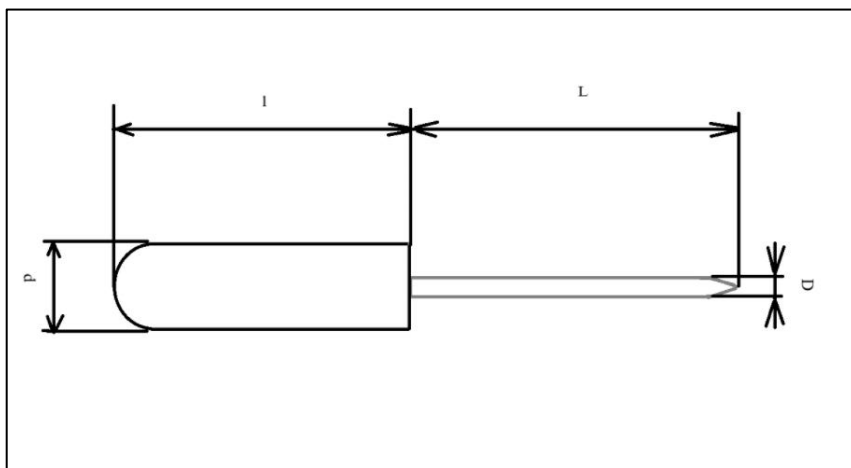


Рисунок 2.1 – Модель отвёртки

Изменяемые параметры для предмета проектирования (также все обозначения показаны на рисунке 2.1):

- Длина ручки отвёртки l (45-150мм);
- Длина наконечника отвёртки L (45-500мм, но не меньше ручки);
- Диаметр наконечника отвёртки D (2/10 (длины ручки+наконечника) +/- 2 мм);
- Диаметр ручки d (1/4 длины ручки +/- 5 мм);
- Форма ручки (шестиугольная призма/цилиндрическая);
- Форма наконечника (крестообразная/плоская).

3 Проект системы

3.1 UML диаграмма классов

UML – это стандартный язык визуального моделирования, предназначенный для следующего использования:

- моделирование бизнеса и подобных процессов;
- анализ, проектирование и внедрения программных систем.

UML – это общий язык для бизнес-аналитиков, архитекторов и разработчиков программного обеспечения, используемый для описания, спецификации, проектирования и документирования существующих или новых бизнес-процессов, структуры и поведения артефактов программных систем.[6]

UML диаграмма классов для плагина «Отвёртка» представлена на рисунке 3.1.

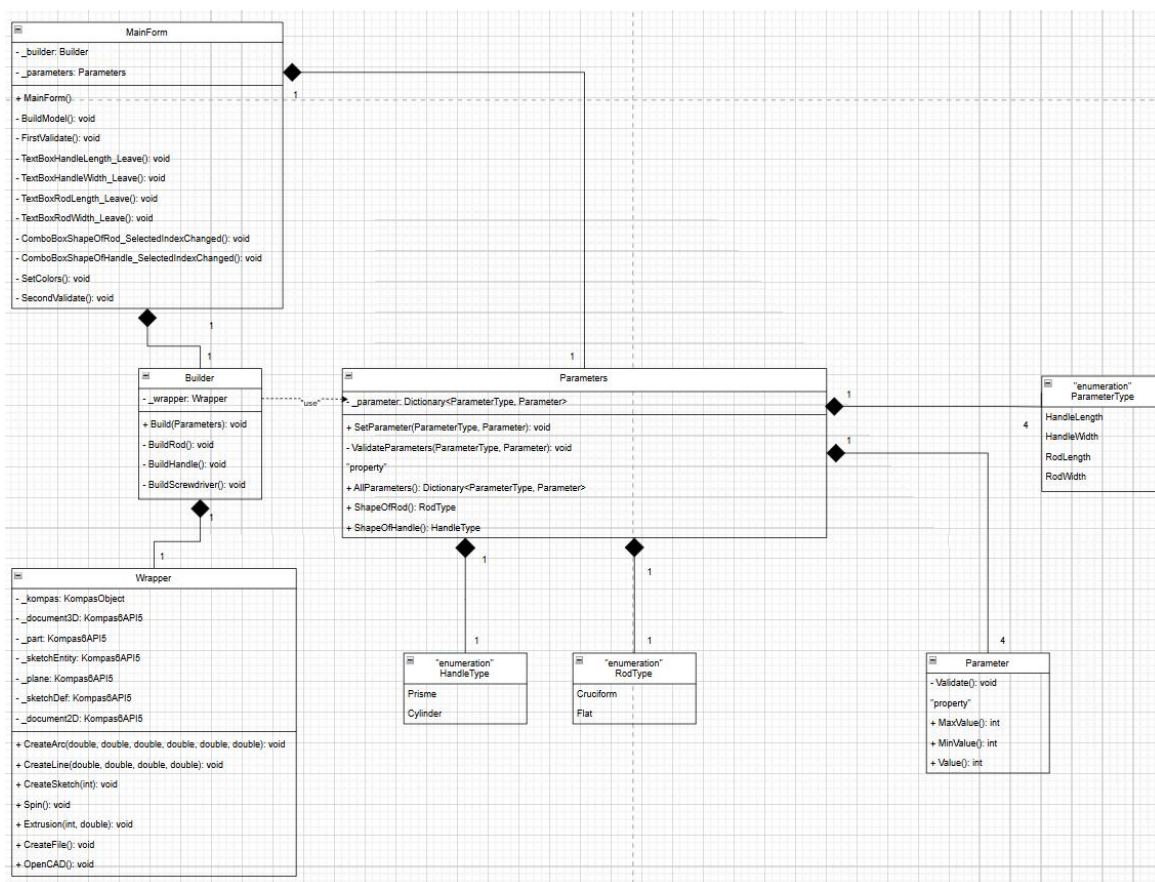


Рисунок 3.1 – UML диаграмма классов для плагина «Отвёртка»

В таблицах ниже представлена информация о свойствах и методах каждого из классов.

Таблица 3.1 – Свойства класса MainForm

Название	Тип данных	Описание
_builder	Builder	Хранит в себе объект построения
_parameters	Parameters	Хранит в себе параметры для объекта построения

Таблица 3.2 – Методы класса MainForm

Название	Описание
BuildModel	Запуск построения модели по заданным параметрам
MainForm	Конструктор MainForm
FirstValidate	Проверка введенных данных по формату
TextBoxHandleLength_Leave	Обработчик выхода из текстового поля длины ручки
TextBoxHandleWidth_Leave	Обработчик выхода из текстового поля диаметра ручки
TextBoxRodLength_Leave	Обработчик выхода из текстового поля длины наконечника
TextBoxRodWidth_Leave	Обработчик выхода из текстового поля ширины наконечника
ComboBoxShapeOfRod_SelectedIndexChanged	Обработчик изменения значения ComboBoxShapeOfRod
ComboBoxShapeOfHandle_SelectedIndexChanged	Обработчик изменения значения ComboBoxShapeOfHandle
SetColors	Устанавливает цвета для всех текстовых полей по результатам проверки
SecondValidate	Вызов валидации параметров

Таблица 3.3 – Свойства класса Parameters

Название	Тип данных	Описание
<code>_parameter</code>	<code>Dictionary<ParameterType, Parameter></code>	Хранит в себе словарь параметра

Таблица 3.4 – Методы класса Parameters

Название	Входные параметры	Выходные параметры	Описание
<code>ValidateParameters</code>	<code>Dictionary<ParameterType, Parameter></code>	–	Валидирует зависимые параметры
<code>SetParameter</code>	<code>ParameterType, Parameter</code>	<code>Dictionary<ParameterType, Parameter></code>	Устанавливает параметр
<code>AllParameters</code>	–	<code>Dictionary<ParameterType, Parameter></code>	Возвращает и задаёт словарь параметров
<code>ShapeOfRod</code>	–	<code>RodType</code>	Устанавливает и возвращает форму наконечника
<code>ShapeOfHandle</code>	–	<code>HandleType</code>	Устанавливает и возвращает форму ручки

Таблица 3.5 – Свойства класса Builder

Название	Тип данных	Описание
<code>_wrapper</code>	<code>Wrapper</code>	Хранит в себе объект обёртки API

Таблица 3.6 – Методы класса Builder

Название	Входные параметры	Описание
Build	Parameters	Построение модели по заданным параметрам
BuildRod	Parameters	Построение стержня отвёртки
BuildHandle	Parameters	Построение ручки отвёртки
BuildScrewdriver	—	Построение наконечника отвёртки

Таблица 3.7 – Свойства класса Parameter

Название	Тип данных	Описание
MaxValue	int	Максимально допустимое значение параметра
MinValue	int	Минимально допустимое значение параметра
Value	int	Значение параметра

Таблица 3.8 – Методы класса Parameter

Название	Описание
Validate	Сравнивает полученное значение с максимальным и минимальным возможными

Таблица 3.9 – Свойства класса Wrapper

Название	Тип данных	Описание
_kompas	KompasObject	Поле, хранящее в себе экземпляр программы Компас
_document3D	Kompas6API5	Поле, хранящее в себе указатель на интерфейс для работы с моделью

Продолжение таблицы 3.9

Название	Тип данных	Описание
_part	Kompas6API5	Поле, хранящее в себе основную модель
_sketchEntity	Kompas6API5	Поле, хранящее в себе текущий эскиз
_sketchDef	Kompas6API5	Поле, хранящее в себе зависимости для эскиза
_document2D	Kompas6API5	Поле, хранящее в себе указатель на интерфейс для работы с чертежом

Таблица 3.10 – Методы класса Wrapper

Название	Входные параметры	Выходные параметры	Описание
CreateArc	double, double, double, double, double, double	—	Создание дуги по трём точкам (double координаты x и y для каждой точки)
CreateLine	double, double, double, double	—	Создание линии по двум точкам
CreateSketch	int	—	Создание эскиза (по int выбираем базисную плоскость)
Spin	—	—	Вращение эскиза
Extrusion	int, double	—	Выдавливание эскиза (int - тип, double - глубина)
CreateFile	—	—	Создание файла
OpenCAD	—	—	Открытие Компас3D

3.2 Макеты пользовательского интерфейса

На рисунках 3.2 и 3.3 представлены макет пользовательского интерфейса, а также валидация введённых значений, при неверно введённом значении диаметра ручки (значение находится ниже допустимого предела).

The screenshot shows a window titled 'Отвёртка' (Screwdriver) with a standard Windows title bar (minimize, maximize, close buttons). The form contains the following fields and labels:

Field Label	Input Type	Default/Example Value
Форма ручки	Dropdown	Шестиугольная призма/Цилиндрическая
Длина ручки	Text	45-150 мм
Диаметр ручки	Text	Четверть от длины ручки (+/- 5 мм)
Форма наконечника	Dropdown	Крестообразная/Плоская
Длина наконечника	Text	45-500 мм, больше чем длина ручки
Диаметра наконечника	Text	Одна пятая от общей длины отвёртки (+/- 2 мм)

At the bottom center of the form is a button labeled 'Создать' (Create).

Рисунок 3.2 – Макет пользовательского интерфейса

This screenshot shows the same 'Отвёртка' form as in Figure 3.2, but with a validation error. The 'Диаметр ручки' (Handle diameter) field contains the value '4', which is highlighted in red. A yellow warning icon is present, and a tooltip message reads: 'Диаметр ручки должен находиться в диапазоне четверти от длины ручки +/- 5 мм' (Handle diameter must be in the range of a quarter of the handle length +/- 5 mm). Other fields are filled with: 'Цили' (Cylindrical) for handle shape, '100' for handle length, 'Крестообраз' (Crescent) for bit shape, '150' for bit length, and '50' for bit diameter. The 'Создать' button is still visible at the bottom.

Рисунок 3.3 – Реакция системы на ошибку во введённых параметрах

4 Список источников

1. КОМПАС-3D [Электронный ресурс]. – Режим доступа <https://kompas.ru/kompas-3d/about/> (дата обращения 28.09.2024)
2. API [Электронный ресурс]. – Режим доступа <https://itglobal.com/ru-ru/company/glossary/api/> (дата обращения 28.09.2024)
3. Разъёмные соединения [Электронный ресурс]. – Режим доступа <https://kompas.ru/kompas-3d/application/machinery/threaded-connection/> (дата обращения 05.10.2024)
4. Валы и механические передачи 3D. [Электронный ресурс]. – Режим доступа <https://kompas.ru/kompas-3d/application/machinery/gear-cutting/> (дата обращения 05.10.2024)
5. ГОСТ 17199-88 «Отвёртки слесарно-монтажные» (дата обращения 20.09.2024)
6. UML [Электронный ресурс]. – Режим доступа <https://www.uml-diagrams.org/> (дата обращения 07.10.2024)