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

ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ (ТУСУР)

Кафедра компьютерных систем в управлении и проектировании (КСУП)

**РАЗРАБОТКА ПЛАГИНА «ЧАЙНИК ДЛЯ «KOMPAS-3D»**

по дисциплине

«Основы разработки САПР» (ОРСАПР)

Выполнил:

студент гр. 581

Хайбулин Н.С.

« » 2024 г.

Руководитель:

к.т.н., доцент каф. КСУП

Калентьев А.А.

« » 2024 г.

**ОГЛАВЛЕНИЕ**

[1 ОПИСАНИЕ САПР 3](#_Toc179815024)

[1.1 Информация о выбранной САПР 3](#_Toc179815025)

[1.2 Описание API 3](#_Toc179815026)

[1.3 Обзор аналогов плагина 5](#_Toc179815027)

[2 ОПИСАНИЕ ПРЕДМЕТА ПРОЕКТИРОВАНИЯ 7](#_Toc179815028)

[3 ПРОЕКТ СИСТЕМЫ 8](#_Toc179815029)

[3.1 Диаграмма классов 8](#_Toc179815030)

[3.2 Макеты пользовательского интерфейса 11](#_Toc179815031)

[4 СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ 16](#_Toc179815032)

# ОПИСАНИЕ САПР

* 1. Информация о выбранной САПР

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

Данная САПР 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].

Прямыми аналогами «КОМПАС-3D» являются САПР «Autodesk Inventor» и «SolidWorks». К косвенным аналогам можно отнести «TinkerCAD» и «Micro–Cap».

* 1. Описание API

API (сокр. от «Application Programming Interface») – это программный интерфейс приложения, который предоставляет разработчику набор функций вместе с описанием того, что эти функции делают [2].

В «Компас–3D» API существуют двух версий: API 5 и API 7. Обе версии реализуют различные функции системы и взаимодополняют друг друга. Отсюда, обе версии программных интерфейсов в равной мере поддерживаются и развиваются с учетом самих изменений в системе. Для реализации создания плагина «Чайник» будет использоваться API «Компас–3D» версии 7 [3].

Основные используемые свойства и методы API «Компас–3D» расписаны в таблицах 1.1 – 1.6.

Таблица 1.1 – Используемые свойства интерфейса «IApplication».

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 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 интерфейса «IApplication».

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Название | Входные параметры | Тип возвращаемых данных | Описание |
| CreateDocument | – | IKompasDocument | Создает новый документ |
| OpenDocument | String, filePath | IKompasDocument | Открывает существующий документ по указанному пути |
| CloseDocument | IKompasDocument, document | Void | Закрывает указанный документ |
| ActivateDocument | IKompasDocument, document | Void | Активирует указанный документ |

Таблица 1.3 – Используемые методы класса «IKompasDocument3D»

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Название | Входные параметры | Тип возвращаемых данных | Описание |
| RebuildDocument | BOOL Result | HRESULT | Перестроить документ |

Таблица 1.4 – Используемые свойства класса «ILine»

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Название | Тип данных | Описание |
| Angle | Double | Угол между линией и осью OX в текущей системе координат |
| X1 | Double | Координата первой точки по оси X |
| X2 | Double | Координата второй точки по оси X |
| Y1 | Double | Координата первой точки по оси Y |
| Y2 | Double | Координата второй точки по оси Y |

Таблица 1.5 – Используемые свойства класса «IPoint»

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Название | Тип данных | Описание |
| Angle | Double | Угол для точки со стрелкой |
| Style | Long | Стиль точки |
| X | Double | Координата точки по оси X |
| Y | Double | Координата точки по оси Y |

Таблица 1.6 – Используемые свойства класса «IExtrusion»

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Название | Тип данных | Описание |
| Depth | Double | Глубина выдавливания |
| Direction | DirectionTypeEnum | Тип направления выдавливания |
| ExtrusionType | EndTypeEnum | Тип выдавливания |
| Sketch | ISketch | Эскиз |

* 1. Обзор аналогов плагина

«DriveWorks» – это плагин для «SolidWorks», который используется для автоматического создания параметрических моделей [4]. Он позволяет пользователю настраивать различные параметры моделей через интерфейс, а также автоматически генерирует 3D–модели на основе введённых данных. «DriveWorks» поддерживает автоматизированную валидацию параметров и создание чертежей. Интерфейс данного плагина представлен на рисунке 1.1.



Рисунок 1.1 – Интерфейс плагина «DriveWorks»

Вторым аналогом является плагин «EasyKitchen PRO». Он содержит в себе модули и компоненты для проектирования кухонной и корпусной мебели в программе «SketchUp», плагин замены компонентов и текстур, инструменты для генерации отчёта и создания деталировки и сметы. Интерфейс программы представлен на рисунке 1.2.



Рисунок 1.2 – Интерфейс плагина «EasyKitchen PRO»

# ОПИСАНИЕ ПРЕДМЕТА ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Чайник – это кухонный прибор, который представляет из себя сосуд, используемый для кипячения воды. Он состоит из нескольких элементов, включая металлический корпус, крышку, ручку, носик и дно [5, 6]. Чертёж чайника представлен на рисунке 2.1.



Рисунок 2.1 – Чертёж чайника

Изменяемые параметры для предмета проектирования (также все

обозначения показаны на рисунке 2.1):

− Диаметр дна чайника d1 (от 100 до 400мм);

− Диаметр крышки чайника d2 (от 75 до 300мм, но не больше дна d1);

− Высота чайника h1 (от 80 до 450мм);

− Высота ручки h2 (от 70 до 150мм, но не больше высоты чайника);

− Объём чайника (от 0.63 до 56.55л) – может задаваться пользователем, как и d1 или h1 и недостающий третий параметр будет автоматически заполняться в соответствии с ограничениями;

− Цвет чайника.

1. **ПРОЕКТ СИСТЕМЫ**

## 3.1 Диаграмма классов

UML–диаграмма классов – тип статической структурной диаграммы, описывающей структуру системы посредством обозначения классов, их атрибутов, методов, связей на диаграмме [7].

На рисунке 3.1 отображена диаграмма классов приложения.

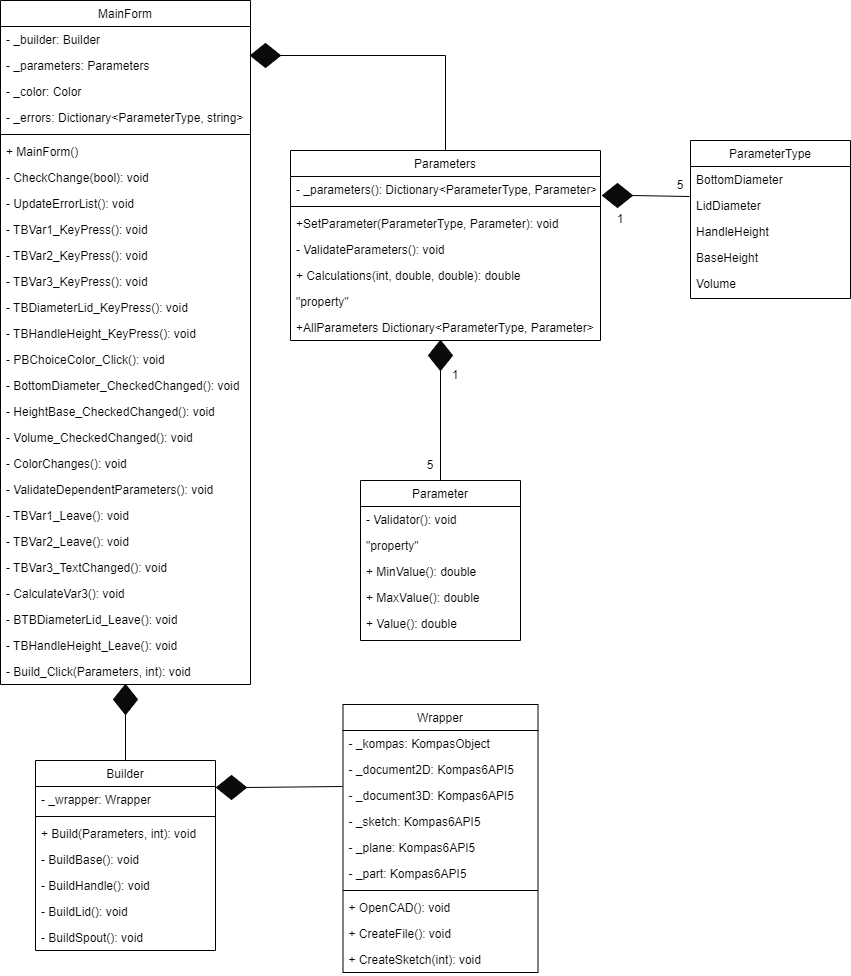


Рисунок 3.1 – Пример UML-диаграммы классов

В таблицах ниже представлена информация о свойствах и методах каждого из классов (таблицы 3.1–3.10).

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 |
| \_errors | Dictionary<ParameterType, string> | Словарь для записи ошибок |

Таблица 3.2 − Методы класса «MainForm»

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Название | Входные параметры | Описание |
| MainForm | − | Конструктор главной формы. |
| CheckChange | bool | Функция для изменения полей в зависимости от выбранной радиокнопки. |
| UpdateErrorList | − | Обновление листа с ошибками. |
| TBVar1\_KeyPress | − | Обработчик ввода для поля var1. |
| TBVar2\_KeyPress | − | Обработчик ввода для поля var2. |
| TBVar3\_KeyPress | − | Обработчик ввода для поля var3. |
| TBDiameterLid\_KeyPress | − | Обработчик ввода для диаметра крышки. |
| TBHandleHeight\_KeyPress | − | Обработчик ввода для длины ручки чайника. |
| PBChoiceColor\_Click | − | Обработчик выбора цвета чайника. |
| BottomDiameter \_CheckedChanged | − | Обработчик выбора радиокнопки "Диаметр дна". |
| HeightBase\_CheckedChanged | − | Обработчик выбора радиокнопки "Высота чайника". |
| Volume\_CheckedChanged | − | Обработчик выбора радиокнопки "Объем чайника". |
| ColorChanges | − | Обновляет цвет текстбоксов при валидации. |
| ValidateDependentParameters | − | Проверяет зависимые параметры. |
| TBVar1\_Leave | − | Обработчик события ухода фокуса из поля var1. |
| TBVar2\_Leave | − | Обработчик события ухода фокуса из поля var2. |
| TBVar3\_TextChanged | − | Обработчик изменения текста в поле var3. |
| CalculateVar3 | − | Вычисляет значение var3 на основе других параметров. |
| BTBDiameterLid\_Leave | − | Обработчик ухода фокуса из поля диаметра крышки. |
| TBHandleHeight\_Leave | − | Обработчик ухода фокуса из поля длинны ручки чайника |
| Build\_Click | − | Обработчик кнопки “Построить” |

Таблица 3.3 − Свойства класса «Parameters»

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Название | Тип данных | Описание |
| \_parameters | Dictionary<ParameterType, Parameter> | Хранит в себе словарь с параметрами объекта построения |
| Color | color | Переменная для хранения цвета, отдельно от числовых переменных |

Таблица 3.4 – Методы класса «Parameters»

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Название | Входные параметры | Тип возвращаемых данных | Описание |
| Parameters | − | − | Конструктор класса Parameters |
| ValidateParameters | Parameter, Parameter | bool | Зависимая валидация параметра относительно другого параметра |
| Calculations | int, double, double | double | Функция для расчета третьего параметра по двум другим, относительно выбранной радиокнопки |

Таблица 3.5 − Свойства класса «Builder»

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Название | Тип данных | Описание |
| \_wrapper | Wrapper | Хранит в себе объект обёртки API |

Таблица 3.6 − Методы класса «Builder»

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Название | Входные параметры | Описание |
| Build | Parameters | Построение модели по заданным параметрам |
| BuildBase | − | Построение основания чайника |
| BuildHandle | − | Построение ручки чайника |
| BuildLid | − | Построение крышки чайника |

Таблица 3.7 − Свойства класса «Parameter»

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Название | Тип данных | Описание |
| MaxValue | double | Максимально допустимое значение параметра |
| MinValue | double | Минимально допустимое значение параметра |
| Value | double | Значение параметра |

Таблица 3.8 – Методы класса «Parameter»

|  |  |
| --- | --- |
| Название | Описание |
| Validator | Валидация минимальных и максимальных значений |

Таблица 3.9 – Свойства класса «Wrapper»

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Название | Тип данных | Описание |
| \_kompas | KompasObject | Объект для управления системой Компас3D. |
| \_document2D | Kompas6API5 | Документ 2D для создания чертежей. |
| \_document3D | Kompas6API5 | Документ 3D для построения моделей. |
| \_sketch | Kompas6API5 | Эскиз для работы с 2D-геометрией. |
| \_plane | Kompas6API5 | Плоскость для построения геометрии в 3D. |
| \_part | Kompas6API5 | Деталь или компонент модели. |

Таблица 3.10 − Методы класса «Wrapper»

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Название | Входные параметры | Описание |
| CreateCircle | Point, double | Создание дуги по двум точкам |
| CreateLine | Point, Point | Создание линии |
| CreateSketch | − | Создание эскиза |
| OpenCAD | − | Открытие Компас3D |
| CreateArc | Point, Point, double | Создание дуги |
| CreateCylinder | Point, double, double | Создание цилиндра |

* 1. Макеты пользовательского интерфейса

Пример макета пользовательского интерфейса представлен на рисунке 3.2.

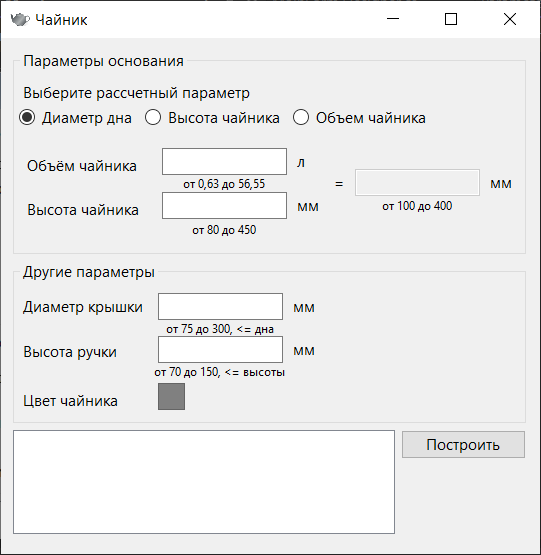


Рисунок 3.2 – Макет пользовательского интерфейса

Основой реализации макета пользовательского интерфейса стал выбор одной из трех радиокнопок – «диаметр дна», «высота чайника», «объем чайника», при изменении параметра для расчета, поля для ввода значений меняются местами. Изменение полей представлены на рисунках 3.3–3.5.

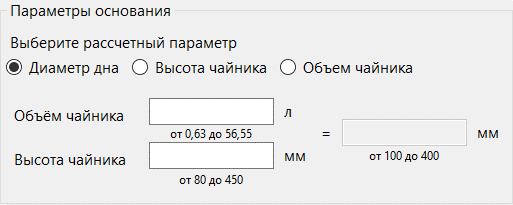


Рисунок 3.3 – Поля при выборе параметра «диаметр дна»

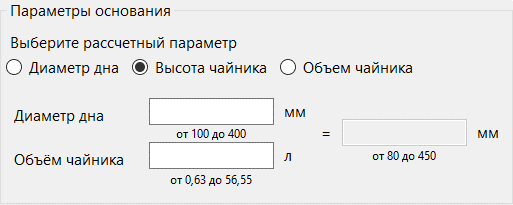


Рисунок 3.4 – Поля при выборе параметра «высота чайника»

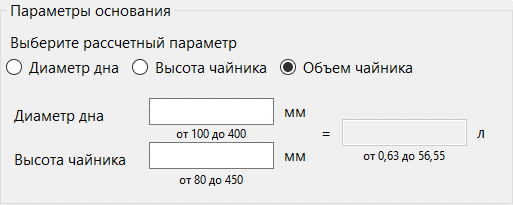


Рисунок 3.5 – Поля при выборе параметра «объем чайника»

После заполнения двух основных полей пользователь способен найти третий параметр по одной из трех формул, которая применяется при заполнении двух полей автоматически и затем валидируется.

Формула для расчета диаметра дна чайника (d).



Формула для расчета высоты чайника (h).



Формула для расчета объема чайника (V).



Для проверки валидации некорректных данных необходимо представить возможные действия пользователя с данным интерфейсом. Предположим, что пользователь ввел корректные данные в нужном диапазоне, но зависимые параметры, которые должны быть меньше или равны другому оказываются куда больше, чем нужно. Пример таких действий показан на рисунке 3.6.

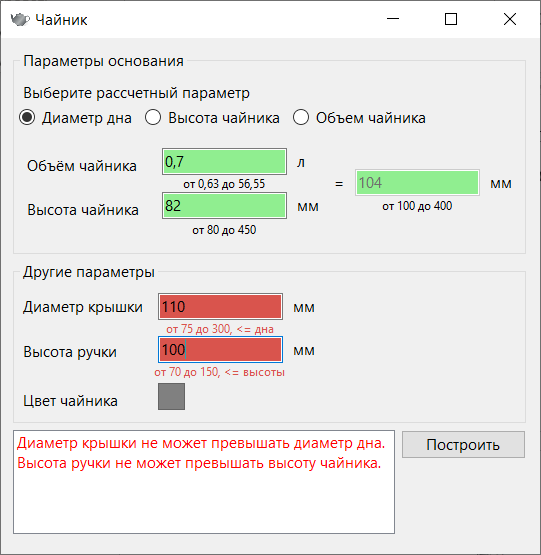


Рисунок 3.6 – Зависимая валидация параметров

Предположим, что пользователь ввел параметры, которые выходят за диапазон значений, что показано на рисунке 3.7.

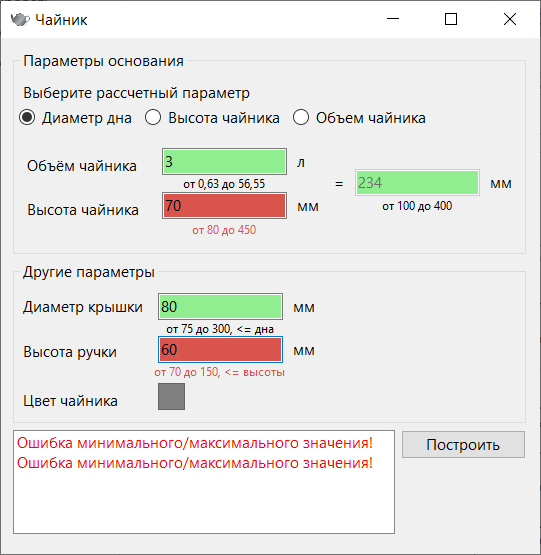


Рисунок 3.7 – Диапазонная валидация значений

Также, пользователь мог ввести некорректные данные для вычисления третьего параметра по формуле, на рисунке 3.8 продемонстрирована работа валидации на третьем расчетном параметре.

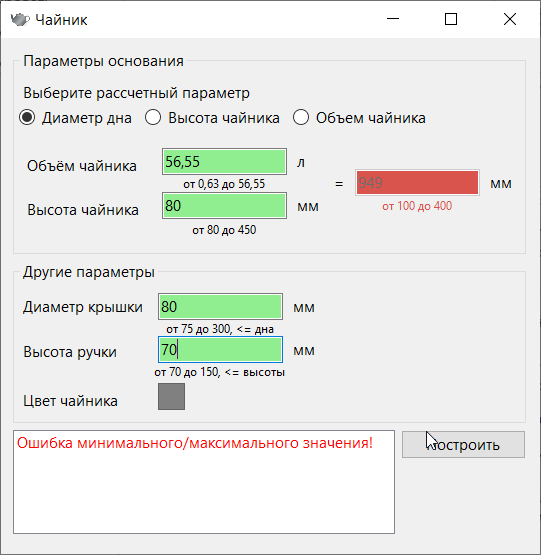


Рисунок 3.8 – Валидация третьего расчетного параметра

Валидация для проверки формата данных не требуется, так как все поля принимают только цифры и запятую для ввода (события «KeyPress» и условий для проверки введенного символа).

# СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ 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://ravesli.com/what-is-an-api/> (дата обращения 30.09.2024);
3. Справочная система SDK КОМПАС–3D – API интерфейсов версия 7 [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://help.ascon.ru/KOMPAS_SDK/22/ru-RU/applicate.html> (дата обращения 08.10.2024)
4. DriveWorks [Электронный ресурс] − Режим доступа: <https://www.driveworks.co.uk/> (дата обращения 08.10.2024);
5. EasyKitchen Pro [Электронный ресурс] − Режим доступа: <https://redkit.pro/easykitchen/easykitchen-pro/> (дата обращения 08.10.2024);
6. ГОСТ 24788−2018 «Посуда хозяйственная стальная эмалированная. Общие технические условия».
7. Фаулер M. UML. Основы, 3-е издание. – Пер. с англ. – СПб: СимволПлюс, 2004. – 192 с.