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

ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ (ТУСУР)

Кафедра компьютерных систем в управлении и проектировании (КСУП)

## ПРОЕКТ СИСТЕМЫ

## на разработку плагина моделирования держателя для крепления трубы к стене для системы «Компас-3D»

Выполнил:

Студент группы 588-1

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ / Гирн П.А.

«\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2021 г.

Руководитель:

к.т.н., доцент каф. КСУП

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ / Калентьев А.А.

«\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2021 г.

**Оглавление**

[Введение 3](#_Toc86168387)

[2 Описание САПР 4](#_Toc86168388)

[2.1 Описание программы 4](#_Toc86168389)

[2.2 Описание API 4](#_Toc86168390)

[2.3 Обзор аналогов 5](#_Toc86168391)

[3. Описание предмета проектирования 5](#_Toc86168392)

[4 Описание технических и функциональных аспектов проекта 6](#_Toc86168393)

[4.1 Описание полей, свойств и методов, используемых в проекте 6](#_Toc86168394)

[4.2 Макет пользовательского интерфейса 6](#_Toc86168395)

[Список литературы 8](#_Toc86168396)

## 1 Описание САПР

## 1.1 Описание программы

Система автоматизированного проектирования (САПР) или CAD (англ. Computer-Aided Design) – программный пакет, предназначенный для создания чертежей, конструкторской и/или технологической документации и 3D моделей. [1]

Система «КОМПАС-3D» широко используется для проектирования изделий в машиностроении и строительстве – от изделий народного потребления до авиастроения, судостроения и продукции военного назначения. [2]

Программы данного семейства автоматически генерируют ассоциативные виды трехмерных моделей (в том числе разрезы, сечения, местные разрезы, виды по стрелке, виды с разрывом), все они ассоциированы с моделью: изменения в модели приводят к изменению изображения на чертеже.

Система «КОМПАС-3D» отличается проектированием изделий любой сложности, простотой освоения, бесплатной технической поддержкой, автоматизацией отраслевых задач и многим другим.

## 1.2 Описание API

В КОМПАС на данный момент существуют API двух версий: API 5 и API 7. Обе версии реализуют различные функции системы и взаимно дополняют друг друга. Обе версии программных интерфейсов в равной мере поддерживаются и развиваются с учетом самих изменений в системе [2].

Главным интерфейсом API системы КОМПАС является KompasObject, получить указатель на этот интерфейс (на интерфейс приложения API 5) можно с помощью экспортной функции CreateKompasObject() [3].

Методы этого интерфейса (Таблица 1.1) реализуют наиболее общие функции работы с документами системы, системными настройками, файлами, а также дают возможность получить указатели на другие интерфейсы (интерфейсы динамического массива, работы с математическими функциями, библиотек моделей или фрагментов и различных структур параметров определенного типа) [3].

Таблица 1.1 – Методы интерфейса KompasObject().

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Название метода** | **Тип** | **Описание** |
| Document3D() | ksDocument | Метод для получения указателя на интерфейс трехмерного документа (детали или сборки) |
| ActivateControllerAPI() | bool | Метод для активации API Компас 3D |
| Visible | bool | Свойство видимости приложения |

В таблицах 1.2 – 1.3 представлены методы и параметры интерфейса ksDocument3D для сборки модели в программе КОМПАС–3D.

Таблица 1.2 – Методы интерфейса ksDocument3D.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Название метода** | **Тип** | **Описание** |
| Create(bool invisible, bool typeDoc) | bool | Метод для создания пустого документа (деталь или сборку) |
| GetPart(int type) | ksPart | Метод, возвращающий указатель на интерфейс детали или компонента сборки |
| Filename | string | Свойство, определяющее имя файла, из которого вставлен компонент |
| Visible | bool | Свойство видимости приложения |

Таблица 1.3 – Входные параметры, используемых методов интерфейса ksDocument3D.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Метод** | **Входной параметр** | **Описание** |
| Create(bool invisible, bool typeDoc) | Invisible | Признак ре­жима редакти­рования доку­мента (TRUE - неви­димый режим, FALSE - види­мый режим) |
| Create(bool invisible, bool typeDoc) | typeDoc | Тип докумен­та (TRUE - де­таль, FALSE - сбор­ка) |
| GetPart(int type) | Type | Тип компонента из перечисления.  Типы компонентов:  pInPlace\_Par – компонент, редактируемый на месте;  pNew\_Part – новый компонент;  pEdit\_Part – редактируемый компонент;  pTop\_Part – главный компонент, в составе которо­го находится новый или редактируе­мый или указанный компонент |

В таблице 1.4 представлены методы, которые соответствуют свойствам трехмерных элементов модели.

Таблица 1.4 – Методы интерфейса ksEntity.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Название метода** | **Тип** | **Описание** |
| Create() | bool | Метод для создания объекта в модели |

Продолжение таблицы 1.4.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Название метода** | **Тип** | **Описание** |
| GetDefinition() | IUnkown | Метод для получения указателя на интерфейс параметров объектов и элементов |
| Create() | Bool | Метод для создания объекта в модели |

В таблицах 1.5 – 1.6 представлены методы и параметры интерфейса ksPart для создания объекта и получение на него указателя.

Таблица 1.5 – Методы интерфейса ksPart.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Название метода или свойства** | **Тип** | **Описание** |
| GetDefaultEntity (short objType) | ksEntity | Метод для получения указателя на интерфейс объекта, создаваемого системой в трехмерном документе по умолчанию |
| NewEntity (short objType) | ksEntity | Метод, создающий интерфейс нового трехмерного объекта и возвращающий указатель на него |

Таблица 1.6 – Входные параметры, используемых методов интерфейса интерфейса ksPart.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Метод** | **Входной параметр** | **Описание** |
| GetDefaultEntity (short objType) | objType | Тип объектов, содержащихся в массиве |
| NewEntity (short objType) | objType | Тип объектов, содержащихся в массиве |

В таблицах 1.7 – 1.8 представлены методы и параметры интерфейса ksDocument2D для создания изображения эскизов для трехмерной модели.

Таблица 1.7 – Используемые методы интерфейса ksDocument2D.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Название** | **Возвращаемое значение** | **Описание** |
| ksCircle (double xc, double yc, double rad, long style) | Указатель на окружность – в случае удачного завершения,  0 – в случае неудачи | Создать окружность |
| ksEllipse (LPDISPATCH param) | Указатель на эллипс – в случае удачного завершения,  0 – в случае неудачи | Создать эллипс |

Таблица 1.8 – Описание входных параметров, используемых методов интерфейса ksDocument2D.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Метод** | **Входной параметр** | **Описание входного параметра** |
| ksCircle (double xc, double yc, double rad, long style) | xc, yc | Координаты центра окружности |
| Rad | Радиус окружности |
| style | Стиль линии |
| ksEllipse (LPDISPATCH param) | param | Указатель на интерфейс [ksEllipseParam](mk:@MSITStore:D:\Program%20Files\Компас\SDK\SDK.chm::/ksEllipseParam.htm) |

В таблице 1.9 представлены методы интерфейса ksSketchDefinition для работы с эскизами.

Таблица 1.9 – Используемые методы интерфейса ksSketchDefinition.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Название** | **Возвращаемый тип** | **Описание** |
| BeginEdit() | bool | Войти в режим редактирования эскиза (ksDocument2D) |

Продолжение таблицы 1.9.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Название** | **Возвращаемый тип** | **Описание** |
| EndEdit() | bool | Выйти из режима редактирования эскиза |

В таблице 1.10 представлены типы объектов документа-модели, используемые при разработке плагина.

Таблица 1.10 – Типы объектов документа-модели.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Метод** | **Тип объекта** | **Название объекта** | **Интерфейс параметров** |
| GetDefault Entity (short objType) | o3d\_planeXOZ | Плоскость XOZ | ksPlaneParam |
| o3d\_axisOY | Ось OY |  |
| NewEntity (short objType) | o3d\_sketch | Эскиз трехмерной операции | ksSketchDefinition |
| o3d\_cutExtrusion | Операция вырезания выдавливанием | ksCutExtrusionDefinition |
| o3d\_circularCopy | Копирование по концентрической сетке | ksCircularCopyDefinition |
| o3d\_bossExtrusion | Операция выдавливания | ksBossExtrusionDefinition |

В таблицах 1.11–1.13 представлены используемые методы интерфейсов для типов объектов.

Таблица 1.11 – Методы интерфейса ksCutExtrusionDefinition

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Название** | **Тип** | **Описание** |
| SetSideParam (bool forward, short type, double depth, double draftValue, bool draftOutward) | bool | Установить параметры выдавливания в одном направлении |

Таблица 1.12 – Методы интерфейса ksCircularCopyDefinition

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Название** | **Тип** | **Описание** |
| SetAxis(LPDISPATCH axis); | bool | Установить ось копирования |
| SetCopyParamAlongDir (long count, double step, bool factor, bool dir) | bool | Установить параметры копирования |

Таблица 1.13 – Описание входных параметров интерфейсов.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Метод** | **Входной параметр** | **Описание** |
| SetAxis(LPDISPATCH axis); | Axis | Указатель на интерфейс оси [ksEntity](mk:@MSITStore:C:\Program%20Files\ASCON\KOMPAS-3D%20V16\SDK\SDK.chm::/ksEntity.htm) |
| SetCopyParamAlongDir (long count, double step, bool factor, bool dir) | Count | Количество копий |
| Step | Шаг |
| Factor | Признак полного шага |
| Dir | Направление копирования |
| SetSketch (LPDISPATCH sketch) | Sketch | Указатель на интерфейс эскиза [ksEntity](mk:@MSITStore:C:\Program%20Files\ASCON\KOMPAS-3D%20V16\SDK\SDK.chm::/ksEntity.htm) |

Продолжение таблицы 1.13

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Метод** | **Входной параметр** | **Описание** |
| SetSideParam (bool forward, short type, double depth, double draftValue, bool draftOutward) | Forward | Направление выдавливания: TRUE – прямое направление, FALSE – обратное направление |
| Type | Тип выдавливания.  Виды:  etBlind – строго на глубину;  etThroughAll – через всю деталь;  etUpToVertexTo – на расстояние до вершины;  etUpToVertexFrom – на расстояние за вершину;  etUpToSurfaceTo – на расстояние до поверхности;  etUpToSurfaceFrom – на расстояние за поверхность;  etUpToNearSurface – до ближайшей поверхности. |
| Depth | Глубина выдавливания |
| draftValue | Угол уклона |
| draftOutward | Направление уклона: FALSE - уклон наружу, TRUE - уклон внутрь |

В таблице 1.14 представлено описание входных параметров этих методов.

Таблица 1.14 – Методы интерфейса ksBossExtrusionDefinition.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Название** | **Тип** | **Описание** |
| SetSideParam (bool forward, short type, double depth, double draftValue, bool draftOutward) | Bool | Установить параметры выдавливания в одном направлении |
| SetSketch (LPDISPATCH sketch) | Bool | Задать указатель на интерфейс эскиза элемента |

**1.3 Обзор аналогов**

Одним из аналогов является библиотека стандартных изделий. Библиотека стандартных изделий – библиотека трехмерных моделей стандартных изделий для вставки в сборку.

Ключевые возможности:

* Удобный поиск элементов по наименованиям и значениям атрибутов;
* Наглядное представление элементов при помощи трехмерных моделей;
* Быстрый доступ к содержанию, размещенному на тематических вкладках;
* Формирование индивидуальных списков избранных элементов;
* Создание типовых крепежных соединений с автоматическим подбором размеров элементов;
* Экспорт графических представлений в файлы различных графических форматов.

Модульная структура приложения позволяет пользователю самостоятельно определить требуемый для своих нужд перечень стандартных изделий.

Приложение способно построить крепёжные изделия по стандартам ГОСТ: болты, винты, гайки, шайбы, шпильки, заклепки и прочие крепежные изделия. [4]

На рисунке 1.1 изображено окно библиотеки «Стандартные изделия».



Рисунок 1.1 – Окно библиотеки «Стандартные Изделия»

## 2 Описание предмета проектирования

Предметом проектирования является модель держателя для крепления трубы к стене. Данная модель имеет 5 основных параметров:

1. Высота H должна быть от 15 мм до 40 мм;
2. Диаметр D должен быть не меньше 20 мм и не больше D2-30 мм;
3. Диаметр D1 должен быть не меньше 10 мм и не больше D-2,5 мм;
4. Диаметр D2 должен быть не меньше, чем D+15 мм и не больше 90 мм;
5. Диаметр D3 должен быть не меньше 4 мм и не больше, чем (D2 – D)/4 мм.

Чертеж модели показан на рисунке 2.1.

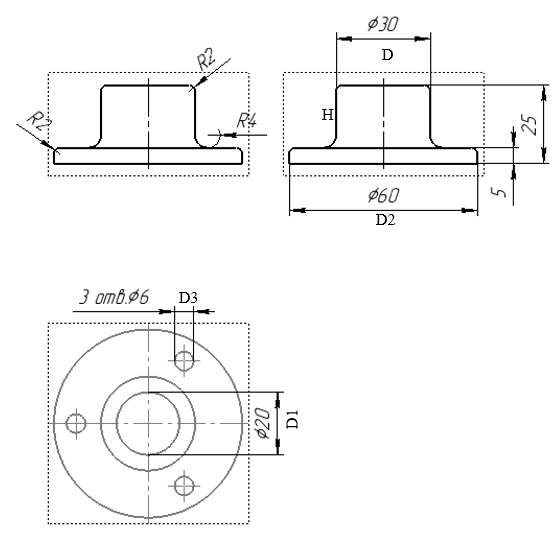


Рисунок 2.1 – Чертеж модели

## 3 Проект программы

## 3.1 Диаграмма классов

Диаграмма классов – структурная диаграмма языка моделирования UML, демонстрирующая общую структуру иерархии классов системы, их коопераций, атрибутов (полей), методов, интерфейсов и взаимосвязей между ними [5].

Диаграмма классов представлена на рисунке 3.1.

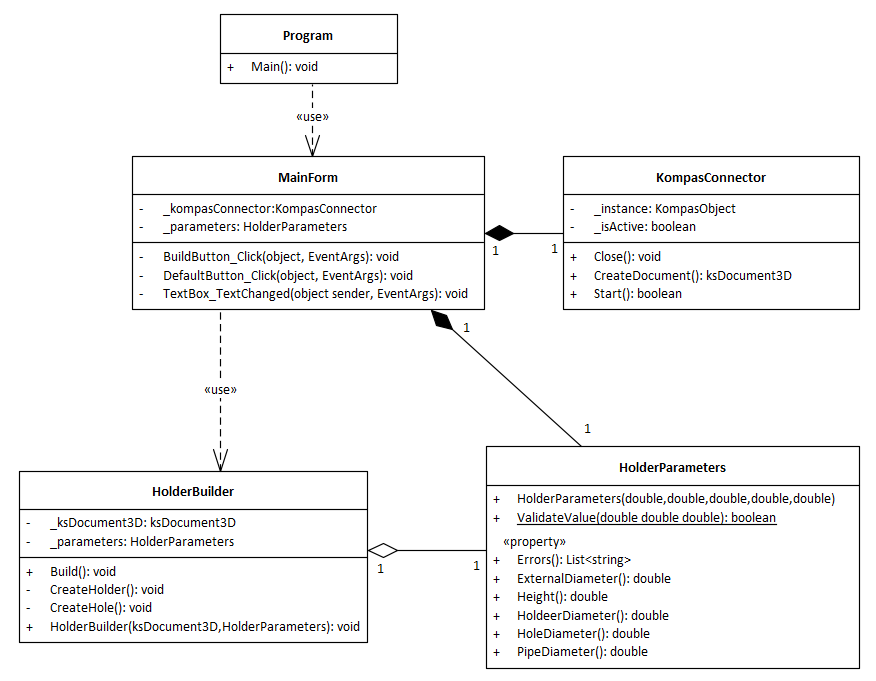


Рисунок 3.1 – UML-диаграмма классов

Класс «Program», использует «MainForm» для обработки действий в графическом интерфейсе. Класс «HolderBuilder» содержит в себе методы создания 3D модели в «Компас 3D». Класс «HolderParameters» хранит значения, введенные в графическом интерфейсе. Класс «KompasConnector» производит запуск программы «КОМПАС-3D» и строит объект в этой программы.

## 3.2 Макет пользовательского интерфейса

Макет пользовательского интерфейса создан с помощью Windows Form. Перед пользователем представлены 5 полей, предназначенный для ввода параметров (в мм) детали. Также присутствуют кнопка для построения модели, при нажатии на которую будет загружаться Компас-3D и начинаться построение 3D-модели, и кнопка для установки базовых параметров. В правой части представлен чертеж детали с обозначением всех параметров.

На рисунке 3.2 представлен макет пользовательского интерфейса.

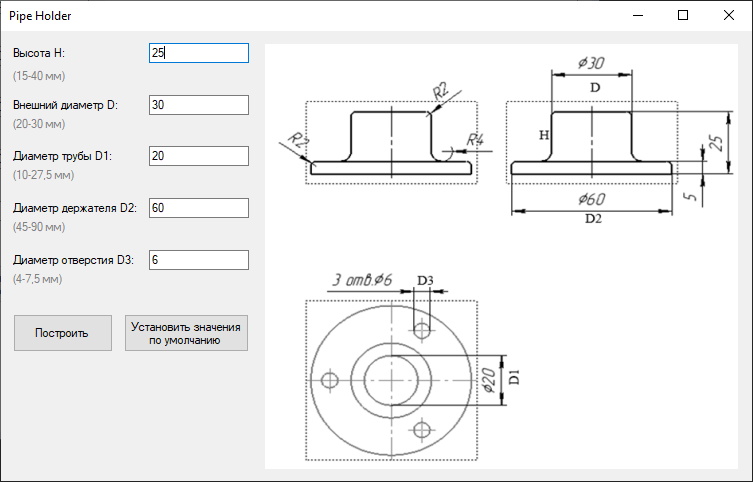


Рисунок 3.2 — Макет пользовательского интерфейса

Проверка правильности ввода значений проводится по ходу заполнения полей. Если поле заполнено неправильно, то оно выделяется красным цветом, во всплывающей подсказке отображается сообщение об ошибке и блокируется кнопка для построения (рисунок 3.3).

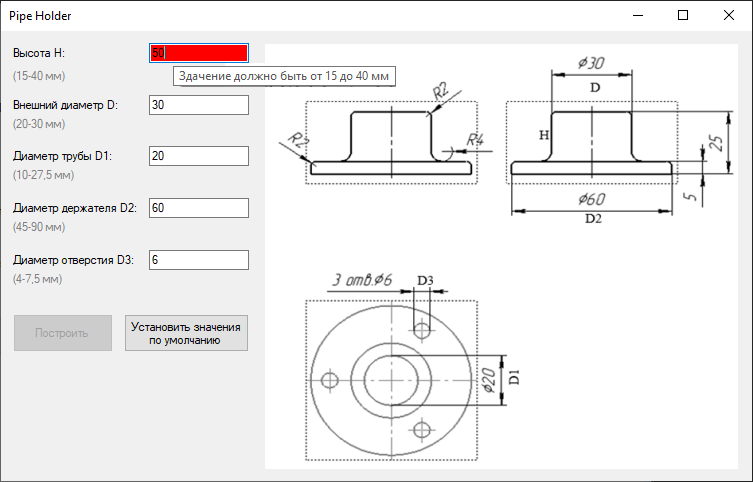


Рисунок 3.4 – Подсказка об ошибке

## Список литературы

1. Общие сведения о САПР [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/1132874, свободный (дата обращения: 25.11.2021).

2. Официальный сайт САПР КОМПАС-3D [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://kompas.ru/kompas-3d/about/, свободный (дата обращения: 25.11.2021).

3. Базовые интерфейсы API системы КОМПАС. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://it.wikireading.ru/23741 (дата обращения: 27.11.2021)

4. Стандартные изделия для КОМПАС [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ascon.ru/products/17/review/, свободный (дата обращения: 12.11.2021).

5. Мартин Фаулер. UML. Основы. / Мартин Фаулер; пер. с англ. А. Петухова – 3-е издание. – Спб: Символ-Плюс, 2004 – 192с.