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)

**РАЗРАБОТКА ПЛАГИНА «Кольцо с гравировкой»  
ДЛЯ «КОМПАС-3D 2022»**

Проект системы по лабораторному проекту

по дисциплине «ОСНОВЫ РАЗРАБОТКИ САПР»

«Построение кольца с гравировкой в программе КОМПАС-3D 2022»

Выполнил:

студент гр.583-3

\_\_\_\_\_\_\_\_\_Слесаренко А.С.

«\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2022 г.

Руководитель:

к.т.н., доцент каф. КСУП

\_\_\_\_\_\_\_\_\_Калентьев А. А.

«\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2022 г.

Томск 2022

**Содержание**

[1 Описание САПР 3](#_Toc115436006)

[1.1 Описание программы 3](#_Toc115436007)

[1.2 Описание API 4](#_Toc115436008)

[1.3 Обзор аналогов 8](#_Toc115436009)

[2 Описание предмета проектирования 10](#_Toc115436010)

[3 Проект программы 11](#_Toc115436011)

[3.1 Диаграммы классов 11](#_Toc115436012)

[3.2 Макет пользовательского интерфейса 17](#_Toc115436013)

[Список использованных источников 19](#_Toc115436014)

# 1 Описание САПР

## **1.1 Описание программы**

Компас-3D – это система предназначена для создания трёхмерных ассоциативных моделей отдельных деталей (в том числе, деталей, формируемых из листового материала путём его гибки) и сборочных единиц, содержащих как оригинальные, так и стандартизованные конструктивные элементы. Параметрическая технология позволяет быстро получать модели типовых изделий на основе проектированного ранее прототипа. Многочисленные сервисные функции облегчают решение вспомогательных задач проектирования и обслуживания производства.

Система «Компас-3D» включает следующие компоненты: система трёхмерного твердотельного моделирования, универсальная система автоматизированного проектирования «Компас-График» и модуль формирования спецификаций. Ключевой особенностью «Компас-3D» является использование собственного математического ядра и параметрических технологий[1].

## **1.2 Описание API**

API (англ. Application Programming Interface) – описание способов, которыми одна компьютерная программа может взаимодействовать с другой программой.

В КОМПАС-3D существуют API двух версий: API 5 и API 7[2]. Разработчики SDK КОМПАС-3D рекомендуют использовать API 7 версии для разработки плагинов, а также, использовать интерфейс TransferInterface для преобразования интерфейсного объекта из одного типа API в объект API другого типа.

Для разработки плагина были отмечены такие интерфейсы КОМПАС-3D API 7[3] как:

1. IApplication – интерфейс приложения КОМПАС-3D;
2. IKompasDocument – базовый интерфейс документов КОМПАС-3D;
3. IModelContainer – интерфейс контейнера трехмерных объектов;
4. ISurfaceContainer – интерфейс контейнера поверхностей;
5. ISketch – интерфейс взаимодействия с эскизом;
6. IPart7 – интерфейс для взаимодействия с компонентом детали;
7. IColorParam7 – интерфейс для установки и настройки цвета, блеска, прозрачности детали;
8. IModelText – интерфейс текста модели;
9. IExtrusion – интерфейс операции «выдавливание»;
10. IExtrusion1 – интерфейс параметров элемента выдавливания;
11. IChamfer – интерфейс операции «фаска»;
12. IFillet – интерфейс операции «скругление»;
13. IPlane3D – интерфейс плоскости;
14. IPlane3DTangentToFace – интерфейс касательной к грани 3D;
15. ISheetMetalRuledShell – интерфейс операции «обечайка».

В таблицах 1.1-1.8 представлены основные свойства и методы интерфейсов IApplication, IModelContainer, ISurfaceContainer, ISketch, IModelText, IExtrusion, IChamfer и IFillet соответственно.

Таблица 1.1 – Методы интерфейса IApplication

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Метод/Свойство | Возвращаемое значение | Описание |
| ActiveDocument | Интерфейс документа IKompasDocument3D | Свойство позволяет получить или установить текущий документ, если ни один документ не открыт. |
| Visible | Видимость приложения типа Bool | Возвращает или задает видимость приложения. |
| Quit() | void | Закрывает приложение КОМПАС-3D. |

Таблица 1.2 – Методы и свойства интерфейса IModelContainer

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Метод/свойство | Входные параметры | Возвращаемое значение | Описание |
| AddObject() | ksObj3dTypeEnum | |  | | --- | | Интерфейс IModelObject | | Создает новый элемент 3D модели |

Таблица 1.3 – Методы и свойства интерфейса ISurfaceContainer

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Метод/свойство | Возвращаемое значение | Описание |
| IPlane3D | IPlane3D | Возвращает интерфейс плоскости |

Таблица 1.4 – Методы и свойства интерфейса ISketch

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Метод/свойство | Входные параметры | Возвращаемое значение | Описание |
| CoordinateSystem |  | IModelObject | Возвращает или задает систему координат эскиза |
| AddSkech() | IModel object, IModelObject | bool | Создать эскиз из уже имеющегося в заданной плоскости |
| BeginEdit() |  | ScetchDoc | Войти в режим редактирования эскиза |
| EndEdit() |  | bool | Выйти из режима редактирования эскиза |

Таблица 1.5 – Методы и свойства интерфейса IModelText

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Метод/свойство | Входные параметры | Возвращаемое значение | Описание |
| Height |  | double | Высота блока форматирования |
| Text |  | IText | Текст |
| Plane |  | IModelObject | Базовая плоскость |
| SetPoint() | double, double, double | bool | Установить координату привязки |

Таблица 1.6 – Методы и свойства интерфейса IExtrusion

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Метод/свойство | Возвращаемое значение | Описание |
| Depth | double | Глубина выдавливания |
| Sketch | ISketch | Эскиз для операции |
| Direction | DirectionTypeEnum | Направление |

Таблица 1.7 – Методы и свойства интерфейса IChamfer

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Метод/свойство | Возвращаемое значение | Описание |
| Angle | double | Угол фаски |
| BaseObjects | VARIANT | Позволяет получать и устанавливать опорный объект или массив опорных объектов, уча­ствующих в операции фаска. |
| Direction | bool | Направление |

Таблица 1.8 – Методы и свойства интерфейса IFillet

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Метод/свойство | Возвращаемое значение | Описание |
| SmoothCorner | bool | Сглаживать углы |

## **1.3 Обзор аналогов**

Веб-сайт «Линии любви»[4] предоставляет пользователю возможность собрать обручальное кольцо, используя доступные параметры.

Интерфейс сервиса представлен на рисунке 1.1.

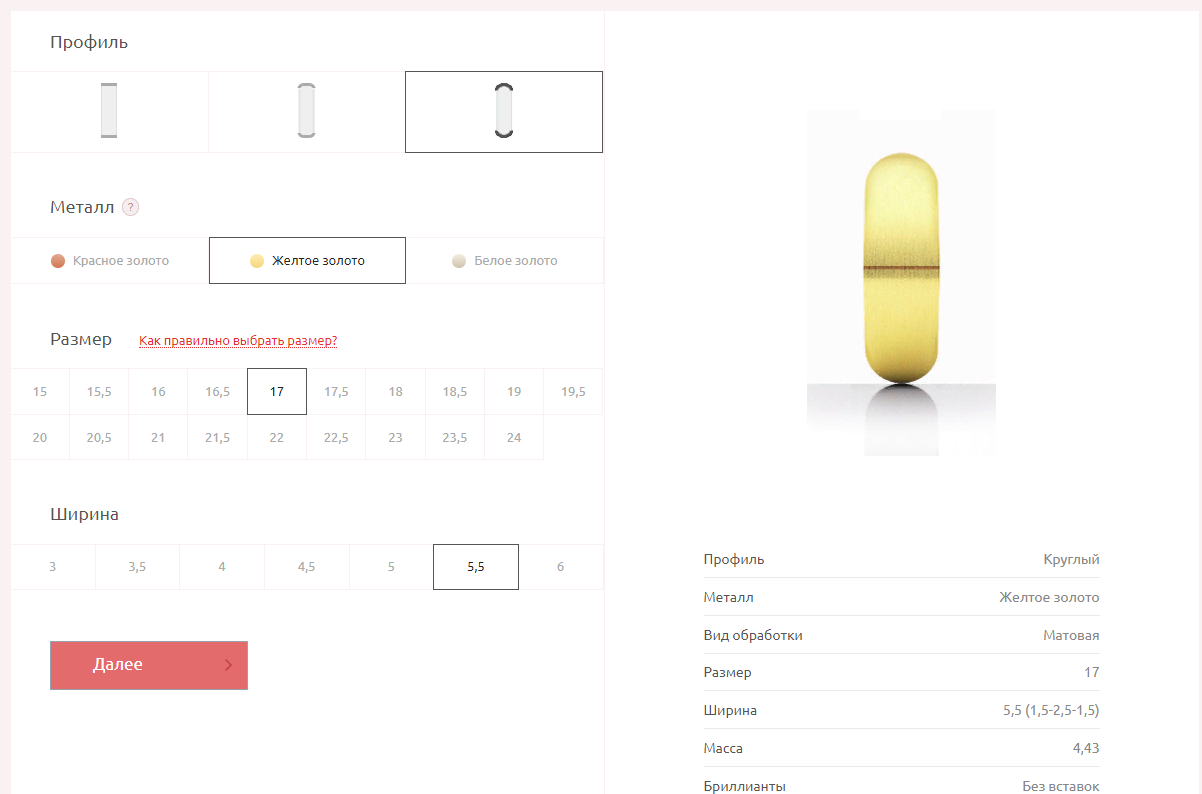


Рисунок 1.1 – Интерфейс конструктора кольца от Интернет-магазина «Линия Любви»

Среди основных параметров, сервис предоставляет пользователю возможность выбора:

1. профиля изделия из перечисления: плоский, полукруглый, круглый;
2. используемого металла из перечисления: красное золото, желтое золото, белое золото;
3. размер изделия по общепризнанным стандартам;
4. ширины кольца.

Помимо основных перечисленных параметров, сервис предоставляет возможность:

1. выбрать комбинацию используемых металлов;
2. нанесение засечки;
3. выбор вида обработки;
4. добавление бриллиантов;
5. нанесение гравировки текстом с выбором шрифта;
6. нанесение гравировки рисунком или отпечатком пальца.

Другим аналогом является САПР «Matrix 7»[5].

«Matrix 7» предоставляет разработанные для работы с ювелирными изделиями и понятные ювелиру инструменты для создания дизайна виртуальных 3D ювелирных украшений.

Программа предоставляет функционал для разработки ювелирных украшений, как вручную, так и с помощью готовых компонентов.

Интерфейс программы «Matrix 7» представлен на рисунке 1.2.

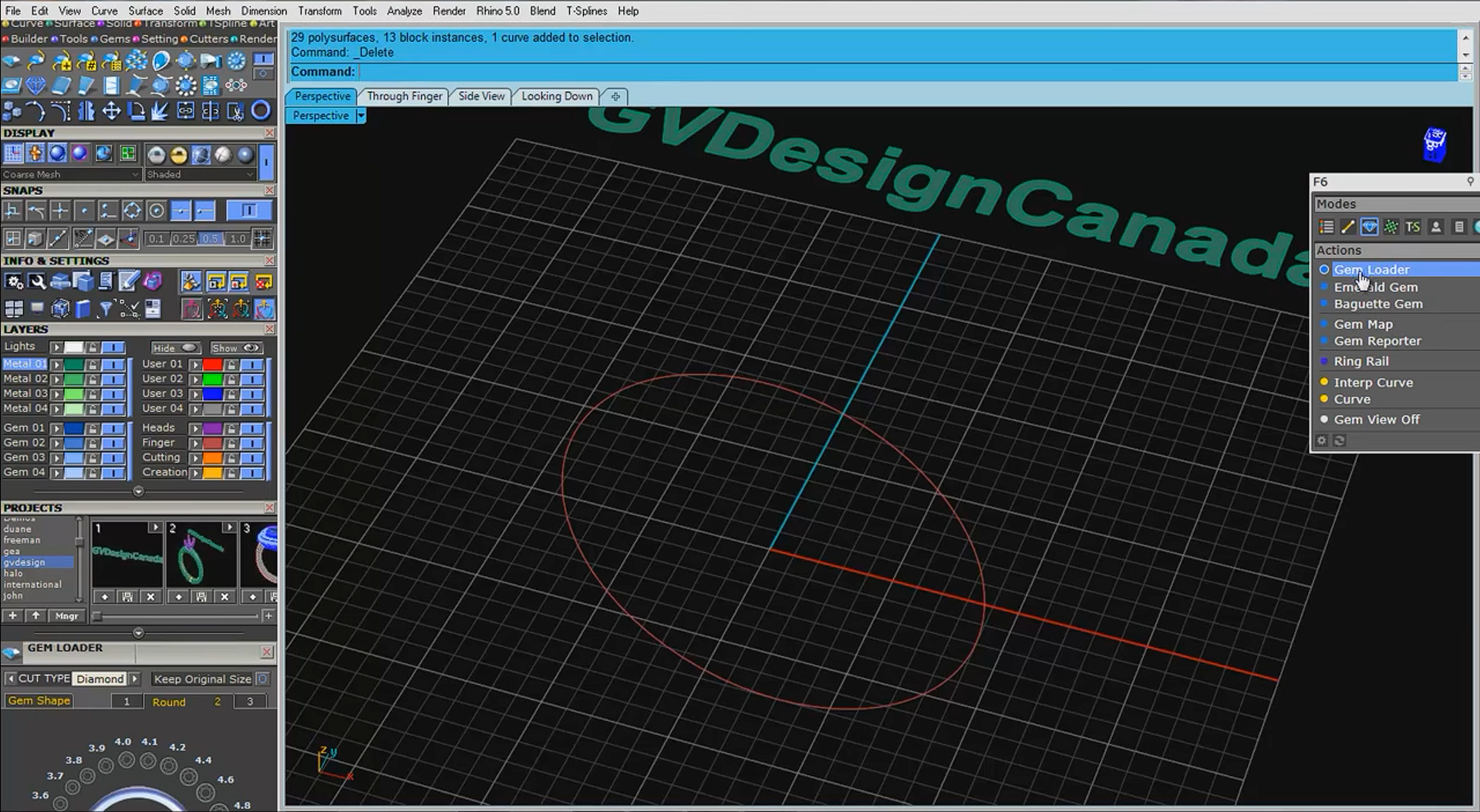


Рисунок 1.2 – Интерфейс приложения «Matrix 7»

# 2 Описание предмета проектирования

Кольцо с гравировкой – ювелирное изделие, как правило, изготовленное вручную. Изделие становится уникальным за счет наличия надписи. Чертеж кольца представлен на рисунке 2.1.



Рисунок 2.1 – Чертёж кольца с гравировкой

Параметры кольца с гравировкой:

1. Длина кольца ***H,*** 10 мм <= H < 100 мм;
2. Толщина кольца ***W,*** 25 мм <= W <= 70 мм;
3. Размер кольца ***R,*** 20 мм <= R <= 150 мм;
4. Острота граней кольца ***S,*** 0° <= ***S*** <= 45°;
5. Цвет кольца;
6. Текст гравировки;
7. Текст гравировки, с учетом установленного пользователем размера текста, не должен превышать по высоте значение ***H*** и должен быть меньше по длине, чем внешняя сторона кольца. Длина внешней стороны рассчитывается по формуле cR = 2 \* pi \* (***R*** ***+ W***);
8. Глубина гравировки ***tH,*** 0.0018 м < tH <= 0.00525 м, tH <= 0.75 \* W.

# 3 Проект программы

## **3.1 Диаграммы классов**

Диаграмма классов описывает имеющиеся классы и их связи между собой. Диаграмма классов представлена на рисунке 3.1.

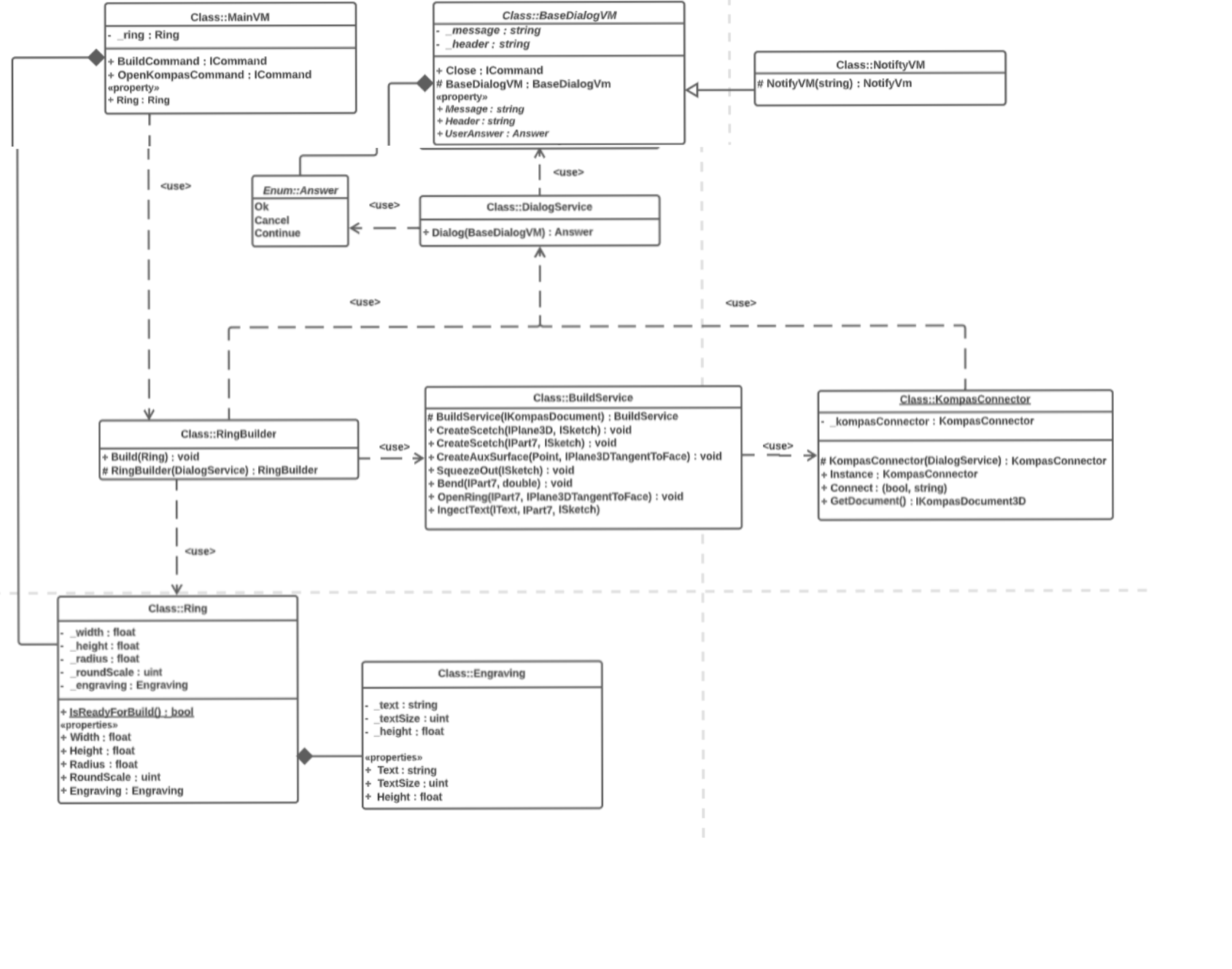


Рисунок 3.1 – Диаграмма классов

Главное окно, используя механизм привязки данных, передает данные в класс MainVM.

Класс MainVM содержит экземпляр класса Ring. Через доступные свойства экземпляра производиться привязка данных до источника.

Для реализации интерфейсов «INotifyPropertyChanged» и «ICommand», использующихся в моделях представлений приложения, будет использован пакет CommunityToolkit.Mvvm.

При выполнении команды «построить», класс MainVM использует класс RingBuilder.

Прежде чем приступить к построению, RingBuilder обращается к классу KompasConnector для получения документа, в котором будет произведено построение кольца.

Общие операции, используемые для построения деталей, были вынесены в класс BuildService.

Класс RingBuilder агрегирует класс BuildService в процессе выполнения метода Build().

В таблицах 3.2 – 3.9 представлены описания полей, методов и свойств классов приложения.

Таблица 3.2 – Описание класса Engraving

|  |  |
| --- | --- |
| Название свойства | Описание |
| Text | Возвращает или задает текст гравировки. |
| TextSize | Возвращает или задает размер текста. |
| Height | Возвращает или задает глубину гравировки. |

Таблица 3.3 – Описание класса Ring

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Название | Возвращаемое значение | Описание |
| IsReadyForBuild | bool | Выполняет проверку объекта на указание значений в необходимых для построения детали полях. |
| Width | Толщину кольца | Возвращает или задает толщину кольца. |
| Height | Длину кольца | Возвращает или задает длину кольца. |
| Radius | Размер кольца. | Возвращает или задает размер кольца. |
| RoundScale | Угол скругления граней кольца. | Возвращает или задает угол скругления граней кольца. |
| Engraving | Гравировку кольца. | Возвращает или задает гравировку кольца. |

Таблица 3.4 – Описание класса RingBuilder

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Название | Параметры | Возвращаемое значение | Описание |
| Build | Объект класса Ring. | void | Выполняет построение детали по параметрам кольца. |
| RingBuilder | Объект диалог сервиса | RingBuilder | Создает экземпляр класса RingBuilder. |

Таблица 3.5 – Описание класса BuildService

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Название | Параметры | Возвращаемое значение | Описание |
| BuildService | Документ, который будет использован для выполнения действий. | BuildService | Создает экземпляр класса «BuildService». |
| CreateScetch | Плоскость и эскиз. | void | Создает переданный эскиз на указанной плоскости. |
| CreateScetch | Деталь и эскиз. | void | Создает переданный эскиз на плоскости детали. |
| CreateAuxSurface | Точка и плоскость. | void | Строит вспомогательную плоскость по точке касания к указанной плоскости. |
| SqueezeOut | Эскиз, по которому выполняется выдавливание. | void | Выполняет операцию выдавливания заданного эскиза. |
| Bend | Объект, который необходимо согнуть и угол сгиба. | void | Выполняет операцию скругления над указанным объектом на указанный угол. |

Продолжение таблицы 3.5.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| OpenRing | Объект, который необходимо разомкнуть и плоскость, относительно которой будет выполняться размыкание. | void | Выполняет операцию размыкания. |
| IngectText | Текст, который необходимо нанести на указанный эскиз, который будет расположен на указанном объекте | void | Выполняет нанесение текста на эскиз. Размещает полученный эскиз на указанной детали. |

Таблица 3.6 – Описание класса KompasConnector

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Название | Параметры | Возвращаемое значение | Описание |
| \_kompasConnector |  |  | Единственный экземпляр класса KompasConnector. |
| KompasConnector | Экземпляр класса | KompasConnector | Создает экземпляр класса KompasConnector. |
| Instance |  | KompasConnector | Механизм взаимодействия с коннектором. |

Продолжение таблицы 3.6

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Connect |  | bool, string | Производит подключение к приложению КОМПАС-3D. |
| GetDocument |  | IKompasDocument3D | Возвращает документ для построения детали. |

Таблица 3.7 – Описание класса DialogService

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Название | Параметры | Возвращаемое значение | Описание |
| Dialog | BaseDialogVM | Answer | Производит диалог с пользователем. |

Таблица 3.8 – Описание класса BaseDialogVM

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Название | Возвращаемое значение | Описание |
| Close |  | Закрывает диалоговое окно. |
| BaseDialogVM | BaseDialogVM | Создает экземпляр класса BaseDialogVM. |
| Message | Сообщение, отображаемое в диалоговом окне. | Возвращает или задает сообщение, отображаемое в диалоговом окне. |
| Header | Заголовок диалогового окна. | Возвращает или задает заголовок диалогового окна. |
| UserAnswer | Ответ пользователя. | Возвращает ответ пользователя. |

Таблица 3.9 – Описание класса NotifyVM

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Название | Параметры | Возвращаемое значение | Описание |
| NotifyVM | Сообщение пользователю. | NotifyVM | Создает экземпляр класса NotifyVM. |

Таблица 3.8 – Описание класса MainVM

|  |  |
| --- | --- |
| Название | Описание |
| BuildCommand | Выполняет построение детали. |
| OpenKompasCommand | Открывает приложение компаса. |
| Ring | Возвращает или задает кольцо. |

## **3.2 Макет пользовательского интерфейса**

Макет пользовательского интерфейса представляет собой окно с полями для ввода параметров.

Макет пользовательского интерфейса, вместе с используемыми компонентами, представлен на рисунке 3.1.

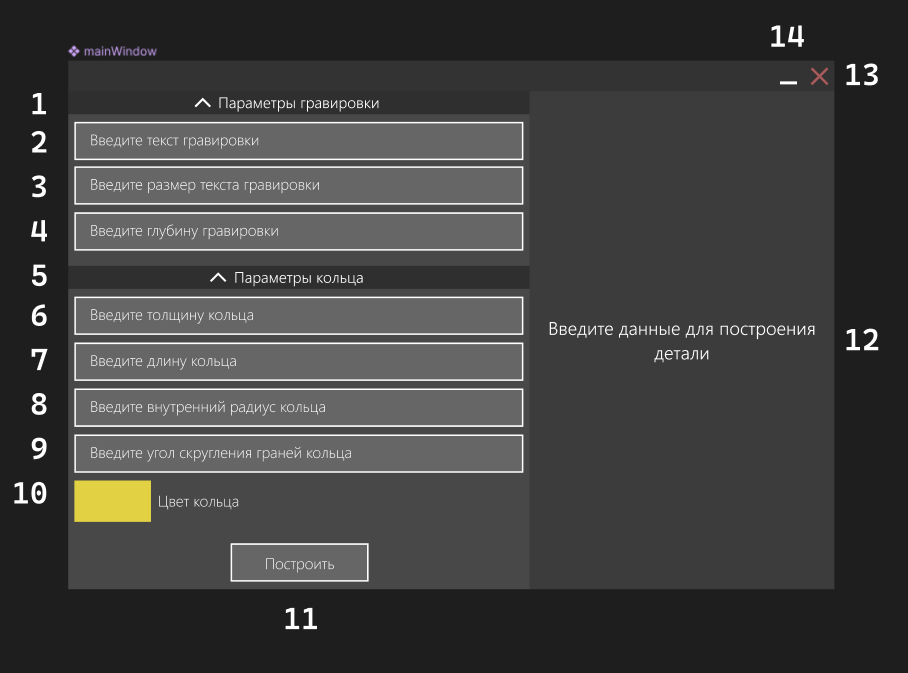


Рисунок 3.1 – Макет пользовательского интерфейса приложения

Графические элементы, отмеченные цифрами 2-9, за исключением элемента под номером 5, являются полями для ввода параметров детали пользователем и отображают сообщение ошибки при некорректных введенных данных и данных, не входящих в диапазон, указанный в техническом задании проекта.

Информирование пользователя об ошибках, возникших в процессе выполнения алгоритма построения, выполнено с помощью применения диалоговых окон.

Элементы 1, 5 являются представляют контейнер для элементов, с возможностью свернуть содержащиеся элементы.

При нажатии на элемент номер 10, откроется вспомогательное окно, в котором пользователю предлагается выбрать цвет из цветовой палитры.

Элемент под номером 11 представляет собой кнопку, при нажатии на которую начинается построение детали.

Элемент в правой части окна, под номером 12, отвечает за дополнительное ознакомление пользователя с редактируемым параметром.

Так, при наведении на поле ввода размера текста гравировки, элемент номер 12 запустит короткое видео, на котором будет показан набор текста на эскизе гравировки кольца.

# Список использованных источников

1 Компас (САПР) – Википедия. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Компас\_(САПР) (дата обращения: 20.09.2022).

2 Работа с API КОМПАС-3D. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/company/ascon/blog/328088/> (дата обращения: 22.09.2022).

3 Справочная система «КОМПАС-МАСТЕР». [Электронный ресурс]. (дата обращения: 05.10.2022).

4 Интернет-магазин «Линии Любви». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://liniilubvi.ru/llclassic/constructor/#tab1> (дата обращения 07.10.2022)

5 Решения по 3-D моделированию ювелирных изделий. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.sapphire.ru/docs/3D.pdf> (дата обращения 11.10.2022)