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 «ВТУЛКА»   
ДЛЯ «КОМПАС-3D v.20»**

Проект системы по лабораторному проекту по дисциплине   
«Основы разработки САПР»

«Построение втулки в системе КОМПАС-3D v.20»

Выполнил:

Студент гр. 588-2

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/ Садалова А.Л.

(подпись)

«\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_20\_\_г.

Руководитель:

к.т.н, доцент каф. КСУП

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

(подпись)

«\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_20\_\_г.

Томск 2021

Оглавление

1 Описание САПР 3

1.1 Описание программы 3

1.2 Описание API 5

1.3 Обзор аналогов 10

2 Описание предмета проектирования 12

3 Проект программы 14

3.1 Диаграмма классов 14

3.2 Макеты пользовательского интерфейса 15

Список использованных источников 17

**1 Описание САПР**

**1.1 Описание программы**

Проектирование новых видов и образцов машин, оборудования, устройств, аппаратов, приборов и других изделий представляет сложный и длительный процесс, включающий в себя разработку исходных данных, чертежей, технической документации, необходимых для изготовления опытных образцов и последующего производства, и эксплуатации объектов проектирования.

***Проектирование*** [1] — это комплекс работ с целью получения описаний нового или модернизируемого технического объекта, достаточных для реализации или изготовления объекта в заданных условиях. В процессе проектирования возникает необходимость создания описания, необходимого для построения еще не существующего объекта. Получаемые при проектировании описания бывают окончательными или промежуточными. Окончательные описания представляют собой комплект конструкторско-технологической документации в виде чертежей, спецификаций, программ для ЭВМ и автоматизированных комплексов и т.д.

Основной целью автоматизации является повышение качества исполнения процесса. Автоматизированный процесс обладает более стабильными характеристиками, чем процесс, выполняемый в ручном режиме. Во многих случаях автоматизация процессов позволяет повысить производительность, сократить время выполнения процесса, снизить стоимость, увеличить точность и стабильность выполняемых операций.

***Система автоматизированного проектирования (САПР)***— это организационно-техническая система, состоящая из комплекса средств автоматизации проектирования, взаимодействующего с подразделениями проектной организации и выполняющая автоматизированное проектирование.

Однако, с приходом на отечественный рынок иностранных систем, широкое распространение получили аббревиатуры *CAD*[2] (Computer Aided Design), которую можно перевести, как проектирование с применением компьютера, и *CAD-system*, которую можно перевести, как система для проектирования с помощью компьютера.

В настоящее время в среде специалистов по САПР многие термины утратили свой первоначальный смысл, а термин *САПР* теперь обозначает программу для автоматизированного проектирования.

Для реализации плагина будет использоваться программа   
«КОМПАС-3D» версии 19.

***Компас-3D***[3] – это система трехмерного моделирования деталей и сборок, используемая для проектирования изделий в машиностроении и строительстве — от изделий народного потребления до авиа-, судостроения и продукции военного назначения.

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

**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. Обе версии реализуют различные функции системы и дополняют друг друга. Обе версии программных интерфейсов в равной мере поддерживаются и развиваются с учетом самих изменений в системе. В основном, для создания полноценных подключаемых модулей достаточно методов и свойств интерфейсов API 5.

Главным интерфейсом API системы КОМПАС-3D является KompasObject. Получить указатель на этот интерфейс (на интерфейс приложения API 5) можно при работе под управлением внешнего приложения (контроллера) – после вызова стандартной системной функции. Методы этого интерфейса реализуют наиболее общие функции работы с документами системы, системными настройками, файлами, а также дают возможность получить указатели на другие интерфейсы.

Ниже в таблице 1.1 представлены основные свойства и методы интерфейса KompasObject.

Таблица 1.1 – Методы и свойства интерфейса KompasObject

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Название | Входные параметры | Тип возвращаемых данных | Описание |
| Document3D() |  | ksDocument | Метод для получения указателя на интерфейс трехмерного графического документа (детали или сборки) |

Продолжение таблицы 1.1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Название | Входные параметры | Тип возвращаемых данных | Описание |
| GetParamStruct(short structType) | structType – тип интерфейса параметров | StructType2D | Метод для получения указателя на интерфейс графического документа (чертежа или фрагмента) |
| Visible |  | bool | Свойство видимости приложения |
| Quit() |  |  | Метод для закрытия активного окна приложения КОМПАС |

В таблице 1.2 представлены методы интерфейса ksEntity, необходимые для разработки плагина.

Таблица 1.2 – Методы интерфейса ksEntity

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Название | Тип возвращаемых данных | Описание |
| Create() | bool | Создать объект в модели |
| GetDefinition() | IUnkown | Получить указатель на интерфейс параметров объектов и элементов |
| Update() | bool | Изменить свойства объекта (используя ранее установленные свойства) |

В таблице 1.3 представлены свойства и методы интерфейса ksDocument2D, необходимые для разработки плагина.

Таблица 1.3 – Методы интерфейса ksDocument2D

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Название | Входные параметры | Тип возвращаемых данных | Описание |
| ksRectangle(  ksRectangleParam param, int style) | param – параметры прямоугольника.  style – стиль линии. | int | Получить указатель на прямоугольник на двумерной плоскости либо 0 в случае ошибки |
| ksCircle(  double xc, double yc, double rad, int style) | xc, yc - координаты центра окружности.  rad - радиус окружности.  style – стиль линии. | int | Получить указатель на окружность на двумерной плоскости либо 0 в случае ошибки |

В таблице 1.4 представлены свойства и методы интерфейса ksDocument3D, необходимые для разработки плагина.

Таблица 1.4 – Методы интерфейса ksDocument3D

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Название | Входные параметры | Тип возвращаемых данных | Описание |
| Create (bool invisible, bool \_typeDoc) | invisible – признак режима редактирования документа (true – невидимый режим, false –  видимый режим), typeDoc – тип документа (true – деталь, false – сборка). | bool | Создать документ-модель (деталь или сборку) |
|  |  |

Продолжение таблицы 1.4

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Название | Входные параметры | Тип возвращаемых данных | Описание |
| GetPart(int type) | type – тип компонента из перечисления Типы компонентов. | ksPart | Получить указатель на интерфейс компонента в соответствии с заданным типом |

В таблице 1.5 представлены методы интерфейса ksPart, необходимые для разработки плагина.

Таблица 1.5 – Свойства и методы интерфейса ksPart.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Название | Входные параметры | Тип возвращаемых данных | Описание |
| EntityCollection(short objType) | objType – тип объектов, содержащихся в массиве. | ksEnintyCollection | Формирует массив объектов и возвращает указатель на его интерфейс |
| GetDefaultEntity(short objType) | objType – тип объекта | ksEntity | Получить указатель на интерфейс объекта, создаваемого системой по умолчанию |
| GetPart(int type) | Type – тип компонента | ksPart | Получить указатель на интерфейс компонента в соответствии с заданным типом |
| NewEntity(short objType) | objType – тип объекта | ksEntity | Создать новый интерфейс и получить указатель на него |

В таблице 1.6 представлены типы объектов документа-модели, необходимые для разработки плагина.

Таблица 1.6 – Некоторые типы объектов документа-модели

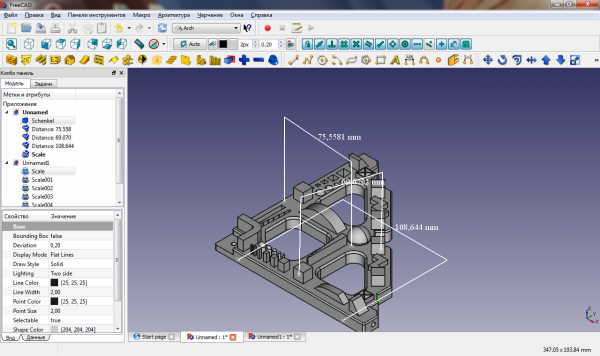
|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Идентификатор объекта | Название объекта | Интерфейс параметров |
| o3d\_unknown | Неизвестный (включает все объекты) |  |
| o3d\_planeXOZ | Плоскость XOZ | ksPlaneParam |
| o3d\_planeYOZ | Плоскость YOZ | ksPlaneParam |
| o3d\_planeXOY | Плоскость XOY | ksPlaneParam |
| o3d\_sketch | Эскиз | ksSketchDefinition |
| o3d\_face | Грань | ksFaceDefinition |
| o3d\_baseExtrusion | Базовая операция выдавливания | ksBaseExtrusionDefinition |

**1.3 Обзор аналогов**

Аналогов у программы «КОМПАС-3D» достаточное количество — двенадцать и более программ. Для многих является проблемой использовать платные программы, и они ищут аналоги с таким же функционалом, только бесплатные, чтобы выполнить какую-либо поставленную задачу. Ниже приведены несколько примеров бесплатных аналогов системы «КОМПАС-3D»[6].

1. *FreeCAD*

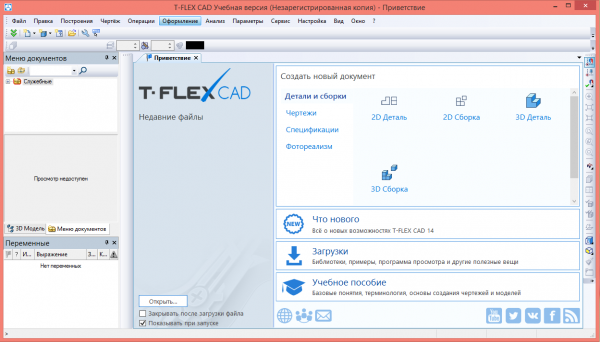
FreeCAD — бесплатная мультиплатформенная CAD программа для создания 3D моделей. FreeCAD может быть использована в техническом проектировании, конструировании изделий, а также в иных областях, связанных с осуществлением инженерно-технических работ. Программа хорошо подходит для создания моделей для 3D принтера, так как поддерживает STL формат. Работа программы представлена на рисунке 1.1.

Рисунок 1.1 — Снимок экрана программы FreeCAD

1. *T-FLEX CAD*

T-FLEX CAD — система автоматизированного проектирования, объединяет в себе 3D- и 2D-функционал, обладает обширным инструментарием для создания параметрических и непараметрических чертежей деталей и сборок, а также для оформления конструкторской документации. При этом она обеспечивает полную поддержку как ЕСКД, так и зарубежных стандартов. Программа имеет бесплатную версию, которую можно использовать в личных и учебных целях. Бесплатная версия содержит ряд ограничений, с которыми можно ознакомиться на сайте разработчика. Есть функция экспорта объектов в формат для 3D-печати.

Главное окно программы представлено на рисунке 1.2.

Рисунок 1.2 — Снимок экрана главного окна программы T-FLEX CAD

**2 Описание предмета проектирования**

Предметом проектирования является втулка.

Втулка — это элемент механизма либо машины имеющий коническую или цилиндрическую форму. В ней имеется цилиндрическое отверстие, в которое и входит деталь, которую требуется сочленить. Служит втулка для уменьшения трения.

Материалы для производства втулок определены ГОСТ и ОСТ. Производятся они из легированных и нелегированных сталей, а также различных сплавов. Изготовление втулок по техническому регламенту позволяет использовать абсолютно разные материалы в зависимости от предполагаемых нагрузок и условий эксплуатации изделия — медь, латунь, цветные металлы.

В зависимости от характеристик материалов и методов изготовления, согласованных между изготовителем и потребителем, втулки могут изменять параметры, приведенные ниже:

1. A — длина втулки: от 10 до 112 мм;
2. B — внешний диаметр: от 12 до 125 мм;
3. C — внутренний диаметр: от 8 до 105 мм;
4. D — глубина первой фаски: от 1.25 до 3 мм и max угол: 15˚;
5. E — глубина второй фаски: 1.5 до 4 мм и max угол: 30˚.

Плагин имеет следующую зависимость:

Параметры B и C связаны между собой зависимостью: 1/3B < C< 2/3B. Она существует с целью ограничить внутренний диаметр в рамках внешнего.

На рисунке 2.1 представлен чертеж детали «втулка» с указанными параметрами.

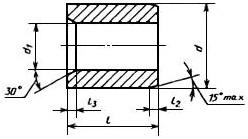


Рисунок 2.1 — чертеж детали «втулка»

**3 Проект программы**

**3.1 Диаграмма классов**

Диаграмма классов определяет типы классов системы и различного рода статические связи, которые существуют между ними. На диаграммах классов изображаются также атрибуты классов, операции классов и ограничения, которые накладываются на связи между классами[7]. Целью создания диаграммы классов является графическое представление статической структуры декларативных элементов системы. Диаграмма классов плагина представлена на рисунке 3.1.

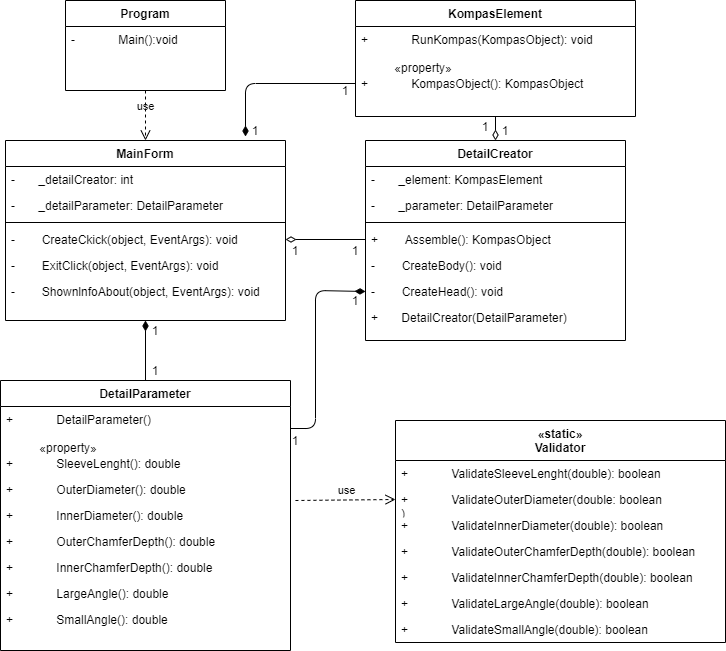


Рисунок 3.1 — Диаграмма классов плагина «Втулка»

Для реализации выбран следующий набор классов:

1. Класс «Program» использует «MainForm» для обработки действий в графическом интерфейсе;
2. «DetailCreator» содержит в себе методы создания 3D модели в «Компас 3D»;
3. класс «DetailPapameter» введенные значения в графическом интерфейсе;
4. класс «Validator» проверяет входные данные, введенные в графическом интерфейсе.

**3.2 Макеты пользовательского интерфейса**

Пользовательский интерфейс представляет собой форму для ввода параметров. На форме присутствуют параметры втулки и поля для ввода. Пользователь вводит значения самостоятельно, опираясь на подсказки, отображенные около полей. При нажатии на кнопку «Построить» проводится проверка зависимых параметров и, если условия соблюдены, строится 3D-модель втулки. На рисунке 3.2 представлен макет пользовательского интерфейса.

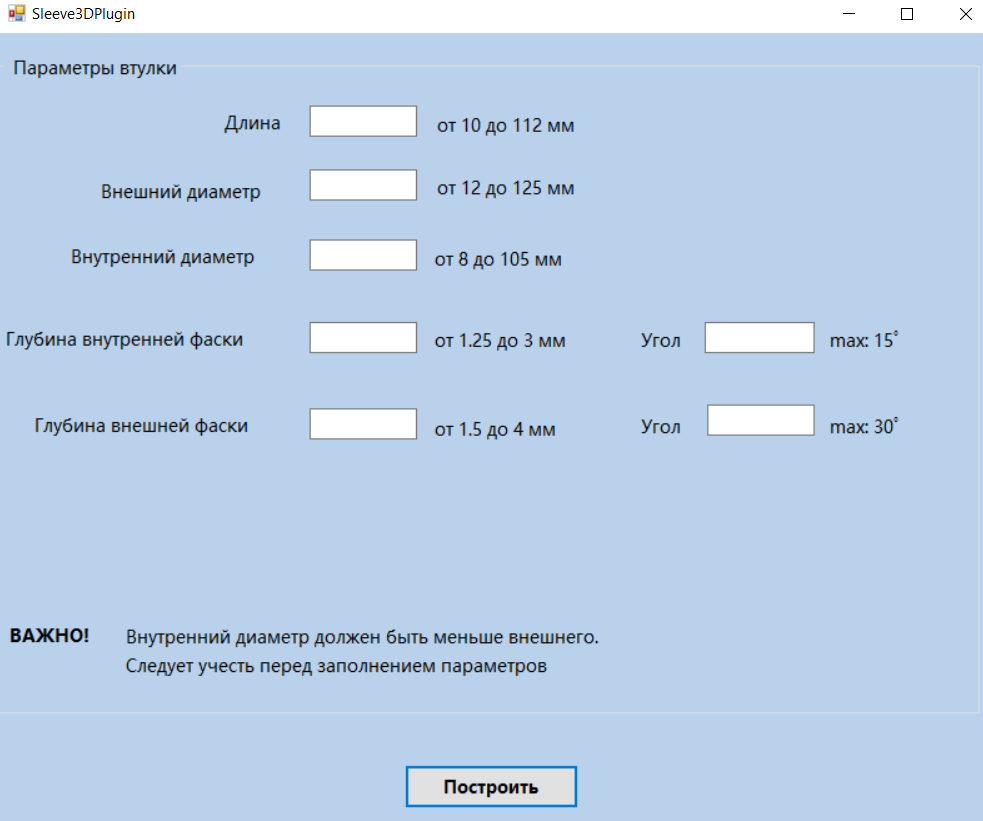


Рисунок 3.2 — Макет пользовательского интерфейса

Проверка правильности ввода значений проводится по ходу заполнения полей. Если поле заполнено неправильно, то есть пользователь ввел значение, превышающее границы, то оно подсвечивается красным цветом, сигнализирующем об ошибке (рисунок 3.3).

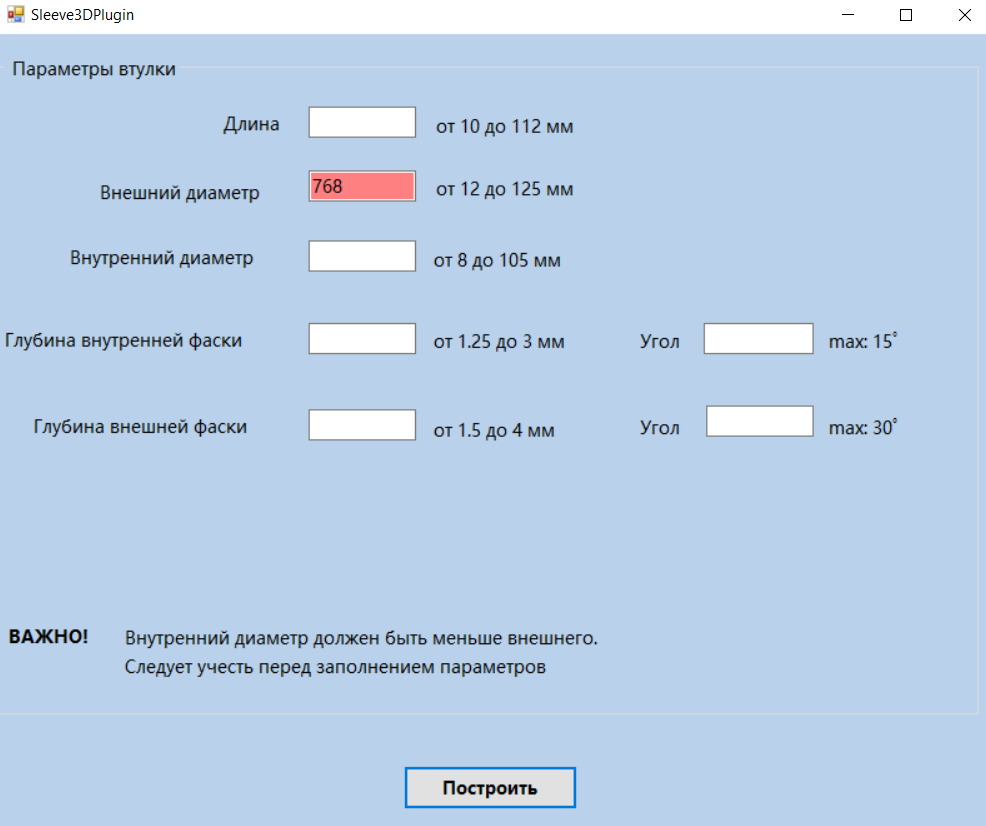


Рисунок 3.3 — Пример обработки ошибки при вводе параметров

Если же введены некорректные значения, и пользователь решил построить модель, несмотря на них, то при каждом нажатии на кнопку будет выводиться сообщение об ошибке до тех пор, пока не будут введены корректные значения.

**Список использованных источников**

1. Общие сведения о САПР [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.hi-edu.ru/e-books/xbook116/01/part-002.htm, свободный (дата обращения: 16.10.2021).

2. Обзор популярных систем автоматического проектирования (CAD) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.pointcad.ru/novosti/obzor-sistem-avtomatizirovannogo-proektirovaniya, свободный (дата обращения: 16.10.2021).

3. КОМПАС-3D: О программе [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://kompas.ru/kompas-3d/about/, свободный (дата обращения: 18.10.2021).

4. Что такое API? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://dev.by/news/chto-takoe-api-prostym-yazykom, свободный (дата обращения: 18.10.2021).

5. Работа с API КОМПАС-3D [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://habr.com/ru/company/ascon/blog/328088/, свободный (дата обращения: 21.10.2021).

6. Бесплатные аналоги КОМПАС-3D [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://freeanalogs.ru/Kompas3D, свободный (дата обращения: 22.10.2021).

7. Фаулер М. UML. Основы. 3-е издание / М.Фаулер. – 3-е изд., пер. с англ. – СПб.: Символ-Плюс, 2019. – 192 с.