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 «ТОРЦЕВОЙ КЛЮЧ» ДЛЯ «КОМПАС-3D v18.1»**

Проект системы по лабораторному проекту

по дисциплине «ОСНОВЫ РАЗРАБОТКИ САПР»

«Построение торцевого трубчатого ключа в системе КОМПАС-3D v18.1»

Выполнил:

студент гр. 586-2

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Андреевская О. С.

«\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2020 г.

Руководитель:

к.т.н., доцент каф. КСУП

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Калентьев А. А.

«\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2020 г.

Томск 2020 г.

Оглавление

[1 Описание САПР 3](#_Toc36331825)

[1.1 Описание программы 3](#_Toc36331826)

[1.2 Описание API 4](#_Toc36331827)

[1.3 Обзор аналогов 9](#_Toc36331828)

[1.3.1 Плагин PDF для САПР КОМПАС-3D 9](#_Toc36331829)

[2 Описание предмета проектирования 10](#_Toc36331830)

[3 Проект программы 12](#_Toc36331831)

[3.1 Описание технических и функциональных аспектов проекта 12](#_Toc36331832)

[3.2 Диаграмма вариантов использования (Use Cases) 12](#_Toc36331833)

[3.3 Диаграмма классов 14](#_Toc36331834)

[3.3 Макет пользовательского интерфейса 15](#_Toc36331835)

[Список литературы 16](#_Toc36331836)

# 1 Описание САПР

# Описание программы

В настоящее время проектирование в своем понимании представляет собой автоматизированный процесс и в некотором роде программно-аппаратный. Проектировщику, который занимается разработкой сложного механизма, или устройства, требующего больших расчетов, математических вычислений при построении модели и высокой точности, подходят системы автоматизации проектных решений — САПР [1].

САПР позволяют уменьшить финансовые затраты на разработку макета (модели) проекта (объекта), а также сократить время, которое тратит проектировщик на создание модели объекта и составление проектной документации.

В каждой крупной САПР есть свой средства для разработки, которые предоставляются с целью дать возможность разработчикам расширить функционал данной системы под свои конкретные нужды. Данным средством является API — программный интерфейс приложения [2]. Это набор готовых средств: классов, процедур, функций, структур, констант и т.д. API позволяет определить функциональность, которую предоставляет приложение, при этом абстрагируясь от того, как она реализована.

Расширение функционала в основном подразумевает разработку плагина или библиотеки на основе предоставленного API. В данном курсовом проекте стоит задача разработки плагина для построения 3D модели болта с гайкой в автоматизированном режиме. Плагин — независимо компилируемый программный модуль, динамически подключаемый к основной программе, предназначенный для расширения или использования ее возможностей [3].

В качестве системы, которая предоставляет API и для которой стоит задача разработать плагин, была выбрана САПР «КОМПАС-3D» версии 18.1.

# 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 | Тип возвращаемых данных | Описание |
| Document3D() | ksDocument | Метод для получения указателя на интерфейс трехмерного графического документа (детали или сборки) |
| GetParamStruct(short structType) | StructType2D | Метод для получения указателя на интерфейс графического документа (чертежа или фрагмента) |
| Visible | bool | Свойство видимости приложения |

Окончание таблицы 1.1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 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 | Тип возвращаемых данных | Описание |
| ksLineSeg(double x1, double y1, double x2, double y2, int style) | int | Получить указатель на отрезок на двумерной плоскости либо 0 в случае ошибки |
| ksRegularPolygon(  ksRegularPolygonParam param, int style) | int | Получить указатель на многоугольник на двумерной плоскости либо 0 в случае ошибки |

Окончание таблицы 1.3

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ksRectangle(  ksRectangleParam param, int style) | int | Получить указатель на прямоугольник на двумерной плоскости либо 0 в случае ошибки |
| ksCircle(  double xc, double yc, double rad, int style) | 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 | Тип возвращаемых данных | Описание |
| Create (bool invisible, bool \_typeDoc) | bool | Создать документ-модель (деталь или сборку) |
| GetPart(int type) | 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 | Тип возвращаемых данных | Описание |
| EntityCollection(short objType) | ksEnintyCollection | Формирует массив объектов и возвращает указатель на его интерфейс |

Окончание таблицы 1.5

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| GetDefaultEntity(short objType) | ksEntity | Получить указатель на интерфейс объекта, создаваемого системой по умолчанию |
| GetPart(int type) | ksPart | Получить указатель на интерфейс компонента в соответствии с заданным типом |
| NewEntity(short objType) | ksEntity | Создать новый интерфейс объекта 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 |

Окончание таблицы 1.6

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| GetDefaultEntity(short objType) | ksEntity | Получить указатель на интерфейс объекта, создаваемого системой по умолчанию |
| GetPart(int type) | ksPart | Получить указатель на интерфейс компонента в соответствии с заданным типом |
| NewEntity(short objType) | ksEntity | Создать новый интерфейс объекта и получить указатель на него |

# Обзор аналогов

# 1.3.1 Плагин PDF для САПР КОМПАС-3D

Данный плагин позволяет производить экспорт моделей и сборок из КОМПАС-3D в формат PDF формат [5]. Основной особенностью является возможность интерактивного взаимодействия пользователя с сохраненной 3D сценой внутри PDF файла. Например, пользователь может вращать, масштабировать, передвигать детали и сборки внутри 3D PDF файла. Также доступно создание анимации сборки и разборки изделий. Это полезно для подготовки интерактивных сборочных инструкций, создания маркетинговых материалов, презентаций, а также для налаживания взаимодействия между проектировщиками и заказчиками. В подобных ситуациях традиционным подходом являлся экспорт сборки или детали КОМПАС-3D в промежуточный формат и дальнейшее сохранение в формат 3D PDF. Используемый подход в плагине исключает использование промежуточных файлов для осуществления 3D преобразования, что существенно повышает качество выходной 3D модели в формате PDF. Ключевые возможности:

* сохранение деталей и сборок в формате 3D PDF для интерактивного просмотра при помощи бесплатной программы Adobe Reader;
* создание анимаций, имитирующих естественный порядок сборки и разборки создание имитации анимации гибки листовых тел;
* вставка в существующие PDF документы, содержащие основной текст, фоновые картинки, таблицы спецификаций, эмблемы, логотипы;

пакетный режим для поочередной конвертации всех файлов.

# 2 Описание предмета проектирования

Предметом проектирования является торцевой трубчатый гаечный ключ.

Торцевой ключ используется в быту, гараже, автосервисах и при проведении слесарных работ, когда необходимо работать с труднодоступным резьбовым соединением, где другой инструмент невозможно использовать. Он отлично подходит для крепежа, расположенного в углублениях, а также для установки и снятия колес автомобилей.

Рабочая часть, которую имеет торцевой гаечный ключ, это круглый колпак с несколькими гранями. Он схож с накидным ключом, но в отличие от него позволяет выкручивать шпильки и болты из труднодоступных мест.

Конструкция трубчатого торцевого ключа представляет собой трубу, на концах которой шестигранники, а в корпусе сделаны отверстия, для стержня. Размеры шестигранников отличаются. Очень часто такие ключи идут в комплекте с автомобилем [6].

Параметры ключа:

* Длина ключа L (от 80 до 280 мм);
* Ширина зева S1 (от 4 до 75 мм);
* Ширина зева S2 (от 5 до 80 мм);
* Глубина зева t1 (от 2 до 50 мм);
* Глубина зева t2 (от 2,5 до 50 мм);
* Толщина стенки ключа w (от 2 до 14 мм);
* Диаметр отверстия d (от 2 до 50 мм);

Пример модели приведен на рисунке 2.1.

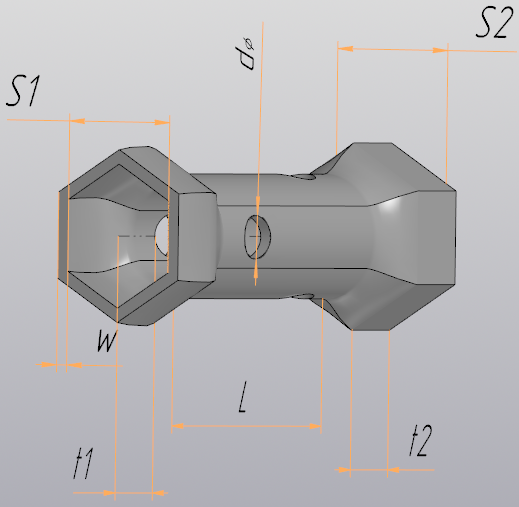


Рисунок 2.1 – Модель торцевого ключа в КОМПАС-3D

# 3 Проект программы

# 3.1 Описание технических и функциональных аспектов проекта

Для графического описания абстрактной модели проекта, а также пользовательского взаимодействия (сценарии действия) использован стандарт UML.

UML язык графического описания для объектного моделирования в обрасти разработки программного обеспечения. UML является языком широкого профиля, это – открытый стандарт, использующий графические обозначения для создания абстрактной модели системы, называемой UML – моделью. UML был создан для определения, визуализации, проектирования и документирования, в основном, программных систем. UML не является языком программирования, но на основании UML возможна генерация кода и наоборот [5].

При использовании UML были простроены: диаграмма использования и диаграмма классов.

# 3.2 Диаграмма вариантов использования (Use Cases)

Диаграмма вариантов использования (англ. *use case diagram)* в UML – диаграмма, отражающая отношения между актерами и прецедентами и являющаяся составной частью модели прецедентов, позволяющей описать систему на концептуальном уровне.

Назначение диаграммы – описание функциональности и поведения, позволяющее заказчику, пользователю, а также разработчику обсуждать проектируемую или существующую систему. Работа над диаграммой может начаться с текстового описания, полученного при работе с заказчиком. При этом нефункциональные требования (например, конкретный язык или система программирования) при составлении модели прецедентов опускаются (для них составляется другой документ) [6].

На рисунке 3.1 представлена диаграмма вариантов использования.

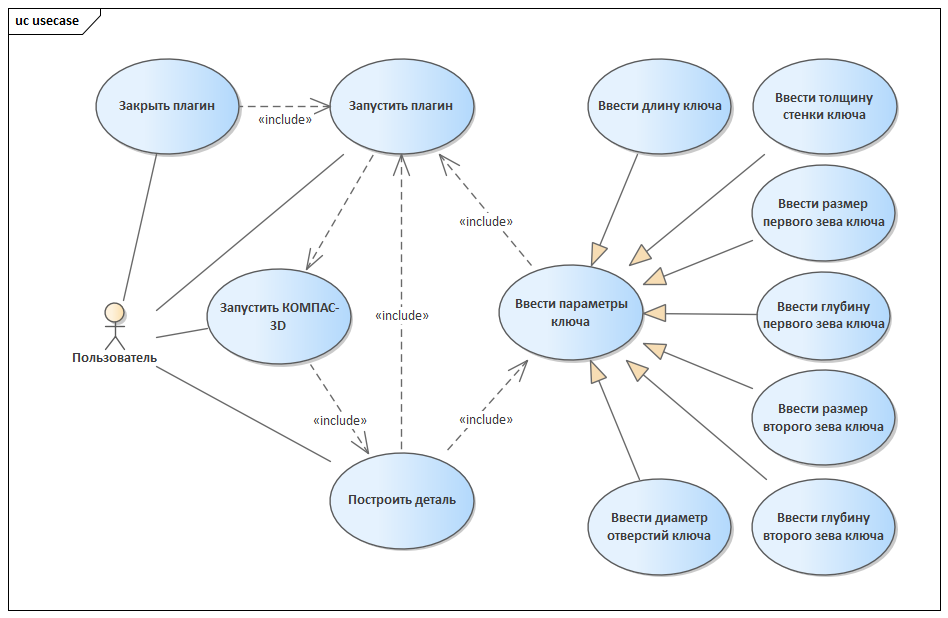


Рисунок 3.1– Диаграмма вариантов использования.

# 3.3 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.[7]

На рисунке 3.2 представлена диаграмма классов.

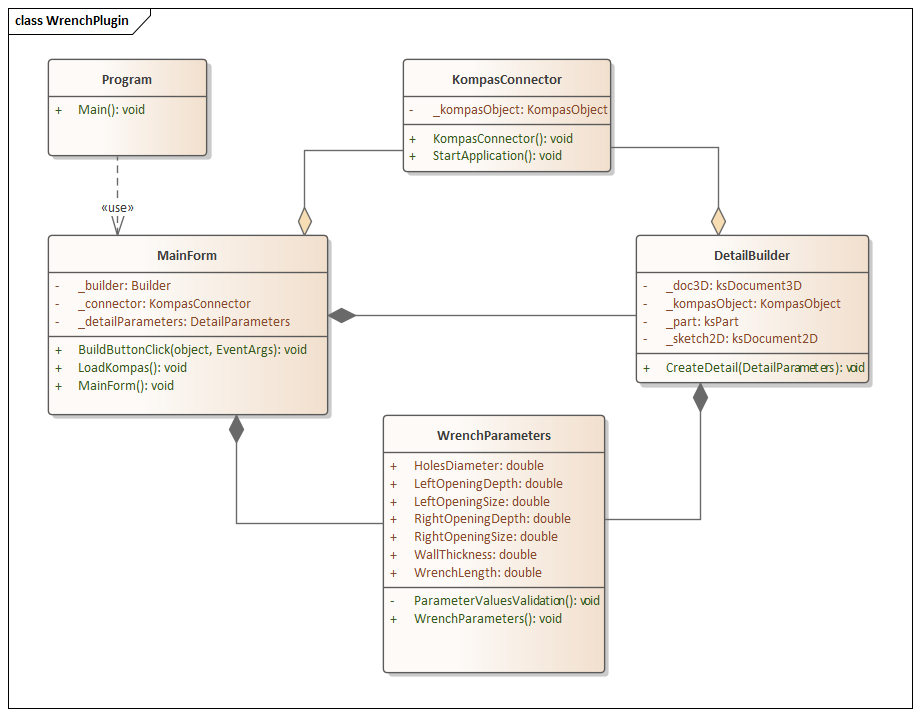
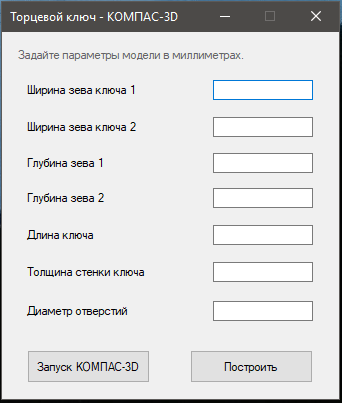


Рисунок 3.2 – Диаграмма классов

Класс «Program» использует «MainForm» для обработки действий в графическом интерфейсе. «DetailBuilder» содержит в себе методы создания 3D модели в «Компас 3D», класс «WrenchParameters» содержит числовые параметры модели и методы валидации их значений.

# 3.3 Макет пользовательского интерфейса

Макет пользовательского интерфейса представляет собой форму для ввода параметров электрического чайника. Построение модели осуществляется путем нажатия на кнопку «Построить». На рисунке 3.3 представлен макет пользовательского интерфейса.

  
Рисунок 3.3 – Макет пользовательского интерфейса

Для построения модели «Торцевой ключ» необходимо:

* Выполнить запуск КОМПАС-3D нажатием на соответствующую кнопку;
* Ввести в текстовые поля корректные параметры ключа;
* Запустить построение модели по нажатию кнопки «Построить».

# Список литературы

Норенков И.П. «Основы автоматизированного проектирования». Издательство: МГТУ; Москва:, 2002 – 336 с.

API – Википедия. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/API> (дата обращения 10.03.2020)

Плагин – Википедия. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Плагин> (дата обращения 10.03.2020)

Кидрук Максим. КОМПАС-3D V10 на 100% / М. Кидрук. – СПб.: Питер, 2009 – 560 с.

Экспорт в формате 3D PDF из КОМПАС-3D. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://isicad.ru/ru/news.php?news=16278> (дата обращения 15.03.2020)

Торцевые и гаечные ключи: характеристики, условия эксплуатации, фото. [Электронный ресурс]. – <https://stanok.guru/oborudovanie/klyuchi/gaechnye-i-torcevye-klyuchi-foto-harakteristiki.html#i-6> (дата обращения 21.03.2020)

UML. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.uml.org/> (дата обращения 21.03.2020)

Диаграмма прецедентов – Википедия. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Диаграмма_прецедентов> (дата обращения 21.03.2020)

Диаграмма классов – Википедия. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Диаграмма_классов> (дата обращения 27.03.2020)