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 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

Оглавление

[1 Описание САПР 3](#_Toc36331825)

[1.1 Описание программы 3](#_Toc36331826)

[1.2 Описание API 4](#_Toc36331827)

[1.3 Обзор аналогов 8](#_Toc36331828)

[1.3.1 Плагин PDF для САПР КОМПАС-3D 8](#_Toc36331829)

[2 Описание предмета проектирования 9](#_Toc36331830)

[3 Проект программы 11](#_Toc36331831)

[3.1 Описание технических и функциональных аспектов проекта 11](#_Toc36331832)

[3.2 Диаграмма вариантов использования (Use Cases) 11](#_Toc36331833)

[3.3 Диаграмма классов 13](#_Toc36331834)

[3.3 Макет пользовательского интерфейса 14](#_Toc36331835)

[Список литературы 15](#_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. 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 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 [4].

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

Таблица 1.1. Методы интерфейса KompasObject.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Метод | Входные параметры | Возвращаемое значение | Описание |
| Document3D() |  | Указатель на интерфейс документа трёхмерной модели ksDocument3D | Даёт возможность получить указатель на интерфейс трёхмерного документа (детали или сборки) |
| Visible |  |  | Свойство видимости приложения |
| GetMathematic2D() |  | Указатель на интерфейс ksMathematic2D | Метод для получения указателя на интерфейс для работы с математическими функциями |
| GetParamStruct(short structType) | structType – тип интерфейса параметров | Указатель на интерфейс указаного типа из StructType2D | Метод для получения указателя на интерфейс графического документа (чертежа или фрагмента) |

Продолжение таблицы 1.1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Метод | Входные параметры | Возвращаемое значение | Описание |
| GetDynamicArray(long type) | ext – расширение имени файла,  filter – фильтр поиска (0 – фильтр формируется автоматически),  preview – признак подключения окна предварительного просмотра:  с подключением окна, без подключения окна  typeDir – стартовая папка | Строка с именем файла | Возвращает указатель на интерфейс динамического массива |

Таблица 1.2 – Методы интерфейса IPart.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Метод | Входные параметры | Возвращаемое значение | Описание |
| EntityCollection  (short objType) | |  |  | | --- | --- | | objType | - тип объектов, содержащихся в массиве. | | Указатель на интерфейс [ksEntityCollection](mk:@MSITStore:D:\INSTAL\KOMPAS-3D%20V17.1\KOMPAS\SDK\SDK.chm::/ksEntityCollection.htm) или [IEntityCollection](mk:@MSITStore:D:\INSTAL\KOMPAS-3D%20V17.1\KOMPAS\SDK\SDK.chm::/ksEntityCollection.htm) | Формирует массив объектов и возвращает указатель на его интерфейс |
| GetDefaultEntity  (short objType) | |  |  | | --- | --- | | objType | - тип объекта. | | |  | | --- | | Указатель на интерфейс [ksEntity](mk:@MSITStore:D:\INSTAL\KOMPAS-3D%20V17.1\KOMPAS\SDK\SDK.chm::/ksEntity.htm) или [IEntity](mk:@MSITStore:D:\INSTAL\KOMPAS-3D%20V17.1\KOMPAS\SDK\SDK.chm::/ksEntity.htm). |   Типы объектов (objType):   |  |  |  | | --- | --- | --- | | o3d\_planeXOY | 1 | - плоскость XOY | | o3d\_planeXOZ | 2 | - плоскость XOZ | | o3d\_planeYOZ | 3 | - плоскость YOZ | | o3d\_pointCS | 4 | - точка начала системы координат | | o3d\_axisOX | 71 | - ось OX | | o3d\_axisOY | 72 | - ось OY | | o3d\_axisOZ | 73 | - ось OZ | | Получить указатель на интерфейс объекта, создаваемого системой по умолчанию |

Продолжение таблицы 1.2

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Метод | Входные параметры | Возвращаемое значение | Описание |
| GetPart(int type) | |  |  | | --- | --- | | type | - тип компонента. | | указатель на интерфейс компонента [ksPart](mk:@MSITStore:D:\INSTAL\KOMPAS-3D%20V17.1\KOMPAS\SDK\SDK.chm::/ksPart.htm) или [IPart](mk:@MSITStore:D:\INSTAL\KOMPAS-3D%20V17.1\KOMPAS\SDK\SDK.chm::/ksPart.htm). | Получить указатель на интерфейс компонента в соответствии с заданным типом |
| NewEntity(short objType) | |  |  | | --- | --- | | objType | - [тип объекта](mk:@MSITStore:D:\INSTAL\KOMPAS-3D%20V17.1\KOMPAS\SDK\SDK.chm::/Obj3dType_NewEntil_Part.htm). | | указатель на интерфейс [ksEntity](mk:@MSITStore:D:\INSTAL\KOMPAS-3D%20V17.1\KOMPAS\SDK\SDK.chm::/ksEntity.htm) или [IEntity](mk:@MSITStore:D:\INSTAL\KOMPAS-3D%20V17.1\KOMPAS\SDK\SDK.chm::/ksEntity.htm). | Создать новый интерфейс объекта и получить указатель на него |

Таблица 1.3. Методы интерфейса ksDocument3D.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Метод | Входные параметры | Возвращаемое значение | Описание |
| Create (bool invisible, bool \_typeDoc) | invisible – признак режима редактирования документа  (TRUE – невидимый режим,  FALSE – видимый режим),  typeDoc – тип документа  (TRUE – деталь,  FALSE – сборка). | TRUE – в случае успешного завершения. | Дает возможность создать пустой документ (деталь или сборку) |
| UpdateDocumentParam() |  | TRUE – в случае успешного завершения. | Активизировать измененные параметры документа |
| GetPart(int type) | type – тип компонента из перечисления Типы компонентов. |  | Получить указатель на интерфейс компонента в соответствии с заданным типом |

Таблица 1.3. Методы интерфейса ksDocument3D.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Метод | Входные параметры | Возвращаемое значение | Описание |
| Create (bool invisible, bool \_typeDoc) | invisible – признак режима редактирования документа  (TRUE – невидимый режим,  FALSE – видимый режим),  typeDoc – тип документа  (TRUE – деталь,  FALSE – сборка). | TRUE – в случае успешного завершения. | Дает возможность создать пустой документ (деталь или сборку) |
| UpdateDocumentParam() |  | TRUE – в случае успешного завершения. | Активизировать измененные параметры документа |
| GetPart(int type) | type – тип компонента из перечисления Типы компонентов. |  | Получить указатель на интерфейс компонента в соответствии с заданным типом |

# 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 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 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);
* Ширина трубки ключа H (от 4 до 75 мм);

Плагин имеет зависимые параметры:

* Длина ключа L > (2\*(t1 + t2 + d));
* Диаметр отверстий ;
* Если то отношение ширин ; если то ;
* Ширина H зависит от меньшего из размеров зевов ключа; если размер зева S1 < S2, то размер H ≤ S1, если S2 < S1, то размер H ≤ S2.

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.

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

# 3.2 Диаграмма вариантов использования (Use Cases)

Вариант использования (use case) — это описание множества последовательных действий (включая вариации), которые выполняются некоторым субъектом с целью получения результата, значимого для некоторого действующего лица.

ВИ предполагает взаимодействие действующих лиц и системы или другого объекта. Действующее лицо представляет собой логически связанное множество ролей, которые играют пользователи системы во время взаимодействия с ней [7].

Назначение диаграммы – описание функциональности и поведения, позволяющее заказчику, пользователю, а также разработчику обсуждать проектируемую или существующую систему.

На рисунке 3.1 представлена диаграмма вариантов использования.

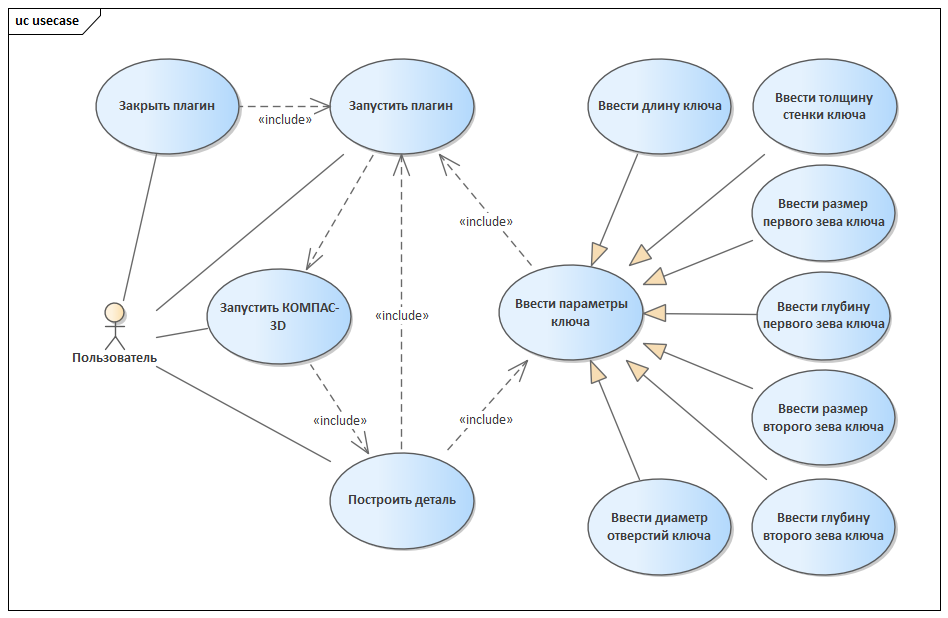


Рисунок 3.1– Диаграмма вариантов использования.

# 3.3 Диаграмма классов

Диаграмма классов описывает типы объектов системы и различного рода статические отношения, которые существуют между ними. На диаграммах классов отображаются также свойства классов, операции классов и ограничения, которые накладываются на связи между объектами [8].

На рисунке 3.2 представлена диаграмма классов.

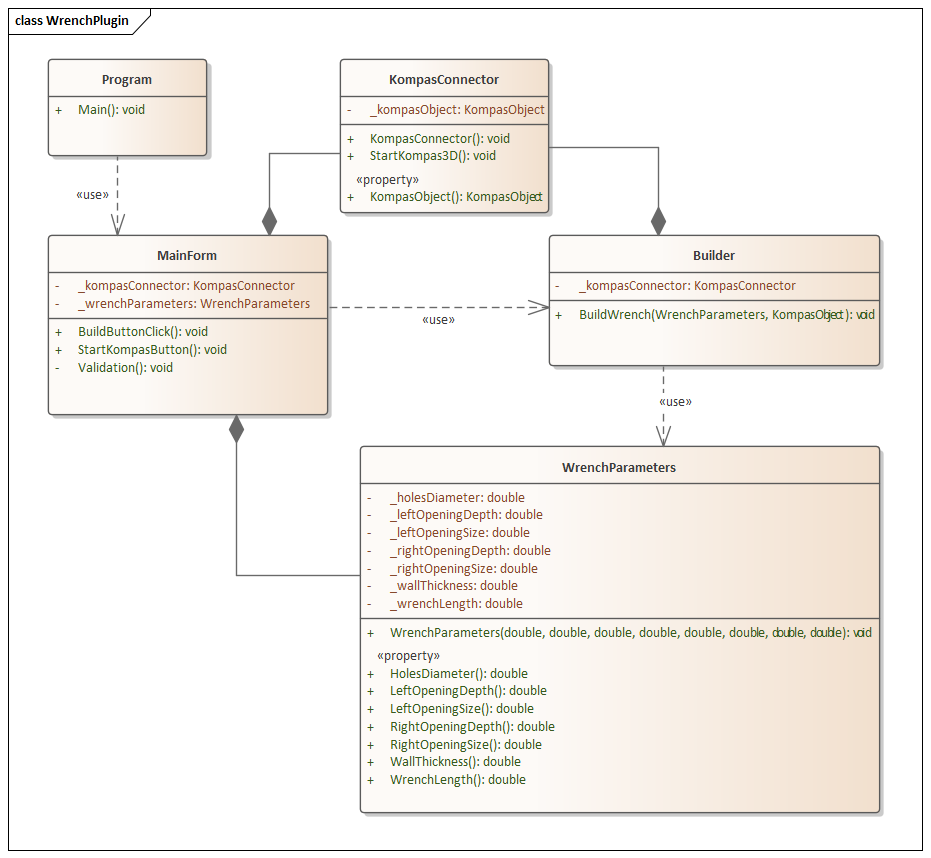


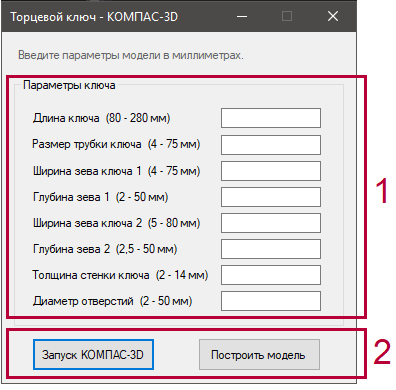
Рисунок 3.2 – Диаграмма классов

Для реализации был выбран следующий набор классов:

* MainForm – класс диалогового окна, который обеспечивает взаимодействие между пользователем и программой;
* WrenchParameters − класс, хранящий в себе все параметры проектируемой 3D-модели, осуществляет проверку зависимых параметров;
* KompasConnector – класс для работы с API КОМПАС 3D.
* Builder – класс, осуществляющий вызов методов API, необходимых для постройки 3D-модели.

# 3.3 Макет пользовательского интерфейса

Макет пользовательского интерфейса представляет собой форму для ввода параметров. Числовые значения параметров вводятся в текстовые поля миллиметрах. Построение модели осуществляется нажатием на кнопку «Построить». На рисунке 3.3 представлен макет пользовательского интерфейса.

  
Рисунок 3.3 – Макет пользовательского интерфейса

Область 1 содержит поля ввода параметров 3D-модели. В области 2 расположены кнопка запуска программы КОМПАС 3D и кнопка построения модели.

При вводе некорректных параметров, после нажатия кнопки «Построить модель» справа от полей ввода параметров будет отображаться значок ошибки с ее описанием, пока не будут введены верные данные. Кнопка «Построить модель» при наличии пустых полей ввода будет неактивна.

# 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)

Новые технологии в программировании : учебное пособие / А.А.Калентьев, Д.В.Гарайс, А.Е.Горяинов— Томск : Эль Контент, 2014.—176 с.

М. Фаулер. UML. Основы, 3-е издание. Книга по UML для начинающих – 2018 – 192 с.