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 «ТУМБА ШВАРТОВНАЯ» ДЛЯ «КОМПАС-3D»**

Проект системы по лабораторному проекту

по дисциплине «ОСНОВЫ РАЗРАБОТКИ САПР»

«Построение тумбы швартовной в системе КОМПАС-3D»

Выполнил:

студент гр. 588-1

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Севостьянов К.С.

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

Руководитель:

к.т.н., доцент каф. КСУП

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

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

Томск 2021

**1 Описание САПР**

* 1. **Описание программы Компас-3D**

В настоящее время проектирование в своем понимании представляет собой автоматизированный процесс и в некотором роде программно-аппаратный. Проектировщику, который занимается разработкой сложного механизма подходят системы автоматизации проектных решений — САПР [1].

САПР позволяют уменьшить финансовые затраты на разработку макета, 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 функциональности, 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 19.

КОМПАС-3D – это российская система трехмерного проектирования, ставшая стандартом для тысяч предприятий и десятков тысяч профессиональных пользователей. Система КОМПАС-3D широко используется для проектирования изделий основного и вспомогательного производств в таких отраслях промышленности, как машиностроение, приборостроение, станкостроение и т. д.

* 1. **Обзор аналогов**

AutoCAD – это современная САПР для создания чертежей и трехмерных моделей, максимально точная и производительная благодаря специализированным функциям, направленным на создание проектов для машиностроения, архитектуры, электротехники и других направлений.

Такое многообразие возможностей стало доступно подписчикам AutoCAD, начиная с версии 2019, после того, как в одном решении объединилась функциональность всех продуктов линейки: Mechanical, Architecture, Electrical, Raster Design, MEP, Map 3D и Plant 3D. Благодаря этому в распоряжении пользователей оказались предустановленные библиотеки с сотнями тысяч деталей, объектов, символов и стилей, которые значительно ускоряют работу над чертежами[4].

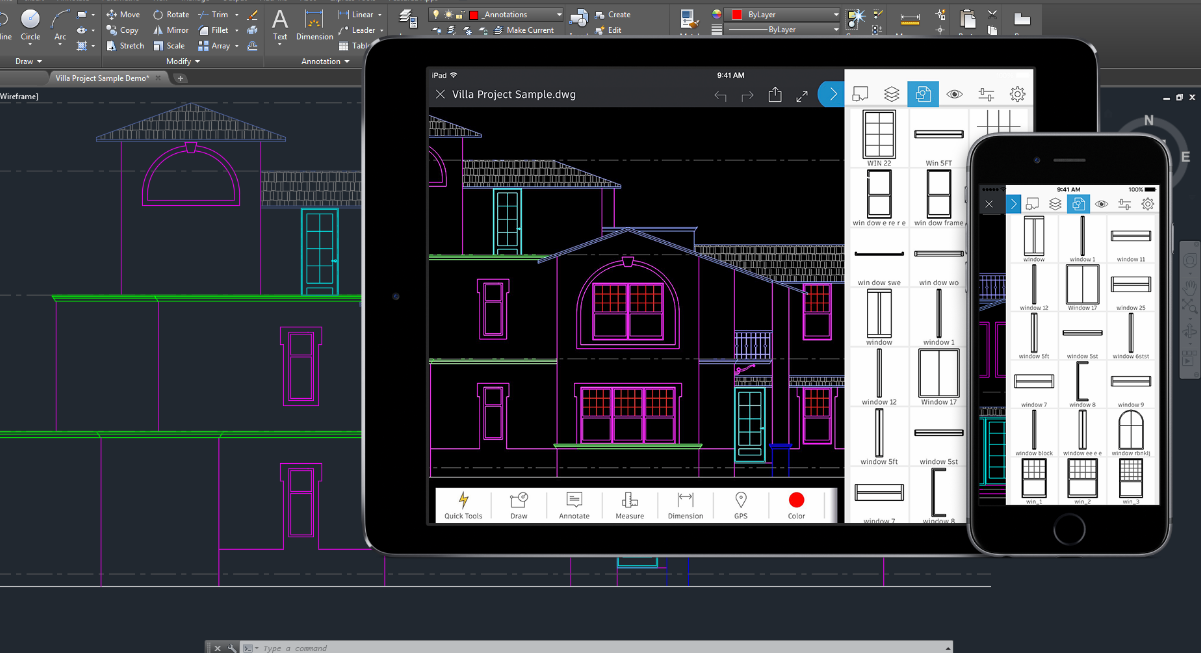


Рисунок 1.1 – программа AutoCAD

FreeCAD — параметрическая САПР общего назначения с открытым исходным кодом (на базе лицензии LGPLv2+). Основой геометрического моделирования твёрдых тел в FreeCAD является принцип граничного представления, в то же время имеется поддержка полигональных сеток. Геометрическим ядром FreeCAD является OpenCASCADE. Кроме задач машиностроения, FreeCAD может использоваться для таких задач, как архитектурное проектирование, или инженерный анализ методом конечных элементов[5].

Интерфейс программы[6] (рисунок 1.2) содержит:

1. Главный вид - может содержать различные окна с вкладками, в данном случае открыта вкладка трёхмерного вида.
2. Вкладки главного вида - список всех открытых объектов и документов в виде вкладок.
3. Древо проекта (часть комбинированной панели) - показывающее иерархию и историю проектирования объектов в документе, может так же отображать панель задач активных команд.
4. Редактор свойств (часть комбинированной панели) - позволяет просматривать и изменять свойства выделенных объектов.
5. Вид выделения - отображает объекты или под элементы выбранных объектов (вершины, ребра, грани).
6. Отчёт (или окно вывода Python) - в данной панели отображаются сообщения, предупреждения и ошибки в работе FreeCAD.
7. Консоль Python - консоль для ввода Python кода и просмотра результатов его исполнения.
8. Cтрока состояния - отображает некоторые сообщения и подсказки.
9. Раздел панелей инструментов - область в которой расположены панели инструментов.
10. Переключатель верстаков - позволяет переключить верстак.
11. Стандартное меню - содержит базовые операции программы.

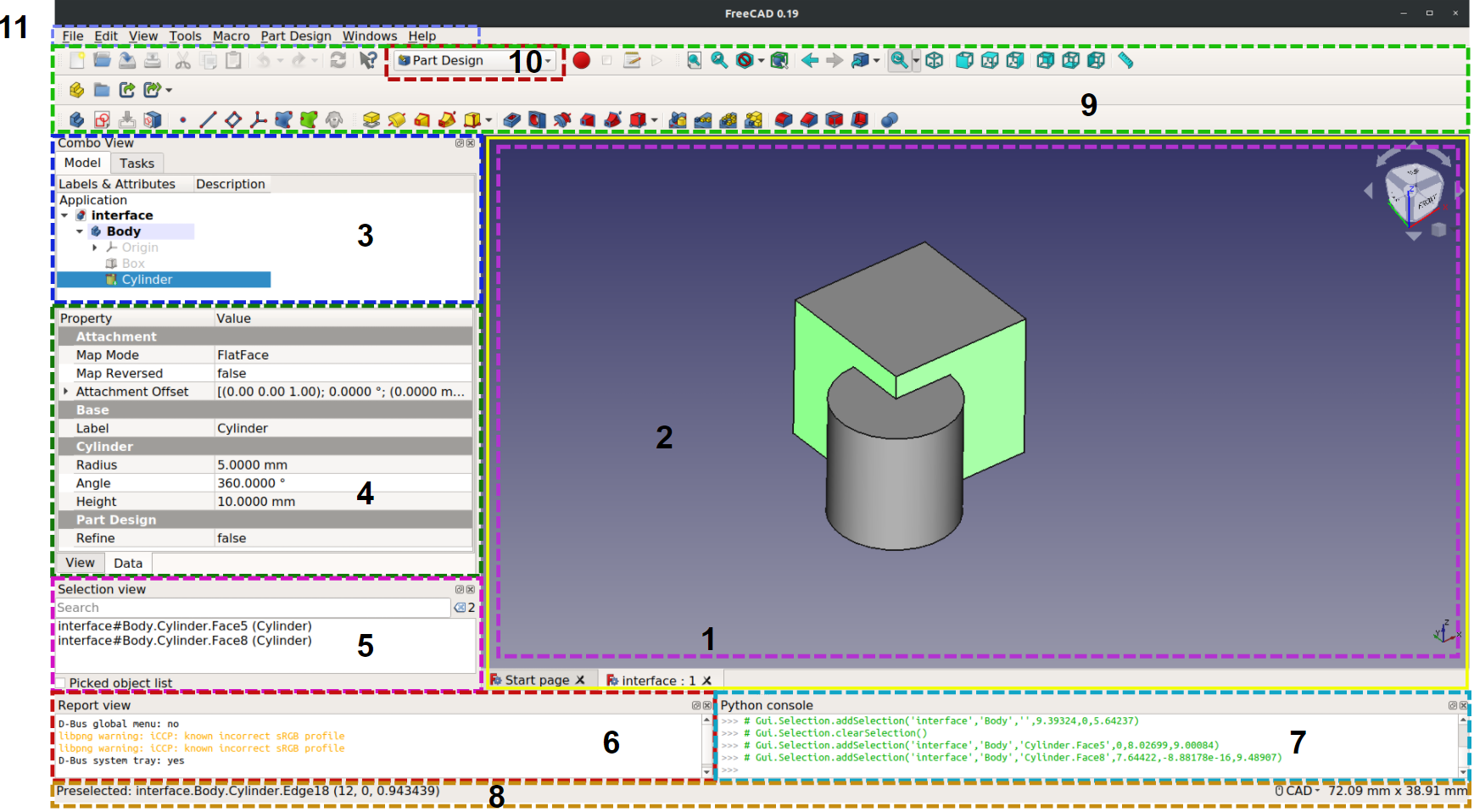


Рисунок 1.2 – Интерфейс программы FreeCAD

1. **Описание API Компас-3D**

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 2.1 представлены основные свойства и методы интерфейса KompasObject.

Таблица 2.1 – 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 2.1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 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 2.2 представлены методы интерфейса ksEntity, необходимые для разработки плагина.

Таблица 2.2 – 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 2.3 представлены свойства и методы интерфейса ksDocument2D, необходимые для разработки плагина

Таблица 2.3 – 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 2.4 представлены свойства и методы интерфейса ksDocument3D, необходимые для разработки плагина.

Таблица 2.4 – Методы интерфейса ksDocument3D

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Название | Входные параметры | Тип возвращаемых данных | Описание | |
| Create (bool invisible, bool \_typeDoc) | invisible – признак режима редактирования документа (true – невидимый режим, false – | bool | Создать документ-модель (деталь или сборку) | |
|  | видимый режим),  typeDoc – тип документа (true – деталь, false – сборка). |  | |  |
| GetPart(int type) | type – тип компонента из перечисления Типы компонентов. | ksPart | | Получить указатель на интерфейс компонента в соответствии с заданным типом |

В таблице 2.5 представлены методы интерфейса ksPart, необходимые для разработки плагина.

Таблица 2.5 – 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 объекта и получить указатель на него |

В таблице 2.6 представлены типы объектов документа-модели, необходимые для разработки плагина.

Таблица 2.6 – 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. **Описание предмета проектирования**

Швартовые тумбы (или кнехты) – это конструкции из металла (чаще всего из стали или чугуна), представляющие собой парные металлические тумбы, которые отливаются вместе с основанием (плитой). Кнехты предназначены для закрепления тросов при буксировке или швартовке и могут устанавливаться как на пристани, так и на палубе судна – в кормовой и/или носовой части, а также у бортов. Устанавливают тумбы в непосредственной близости от клюзов, обеспечивая их прочную связь с судном и между собой попарно. Расположенные у бортов судна тумбы используются исключительно для швартовки. Чтобы трос не соскальзывал, кнехты имеют специальные шляпки (головки, козырьки, приливы).

Кнехты, устанавливаемые в доках, на пристанях и т.п., также называют тумбами. Изготавливают тумбы в соответствии с требованиями ГОСТ 11265-73 (для стальных кнехтов) и ГОСТ 17424-72 (для чугунных литых тумб различного климатического исполнения из чугуна марки СЧ 18-36, а также из сортов стали и сплавов, которые по технологическим характеристикам и механическим свойствам не уступают чугуну данной марки).[6]

Под желание заказчика тумбы могут изменять параметры, не нарушая ГОСТ 17424-72, приведенные ниже:

1. H1 – Высота козырька: от 110 до 240 мм;
2. H2 – Высота тела тумбы: от 350 до 780 мм;
3. D1 – Диаметр площадки тумбы: от 600 до 1350 мм;
4. D3 – Диаметр отверстия для головки болта: от 72 до 114 мм;
5. D4 – Диаметр отверстия под резьбу болта: от 34 до 76 мм.

Плагин имеет следующие зависимости:

1. Изменяемые величины не должны быть больше требований ГОСТ;
2. Высота H2 не должна быть больше высоты H1
3. Сумма H1 и H2 не должна быть больше H
4. Диаметр D4 не должен быть больше D3
5. Диаметр D2 не должен быть больше D1

На рисунке 3.1 и 3.2 представлены чертежи с указанными параметрами.

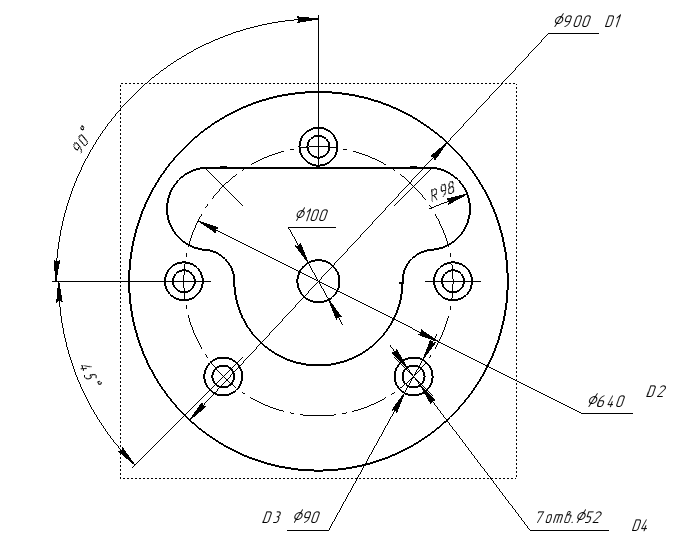


Рисунок 3.1 – Чертеж тумбы, вид сверху

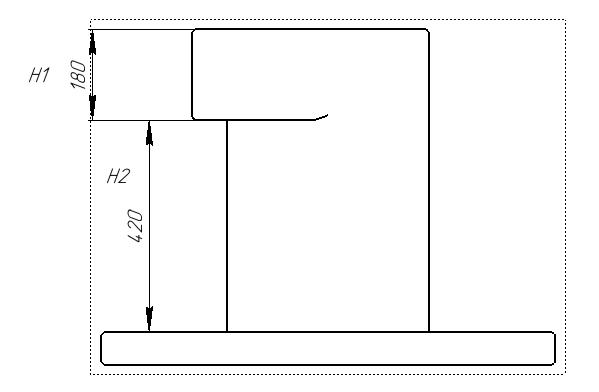


Рисунок 3.2 – Чертеж тумбы, вид сбоку

1. **Проект программы**
   1. **Диаграмма классов**

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

UML язык графического описания для объектного моделирования в области 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.

Диаграмма классов – структурная диаграмма языка моделирования UML, демонстрирующая общую структуру иерархии классов системы, их коопераций, атрибутов (полей), методов, интерфейсов и взаимосвязей между ними.[7]

Диаграмма классов плагина представлена на рисунке 4.1.

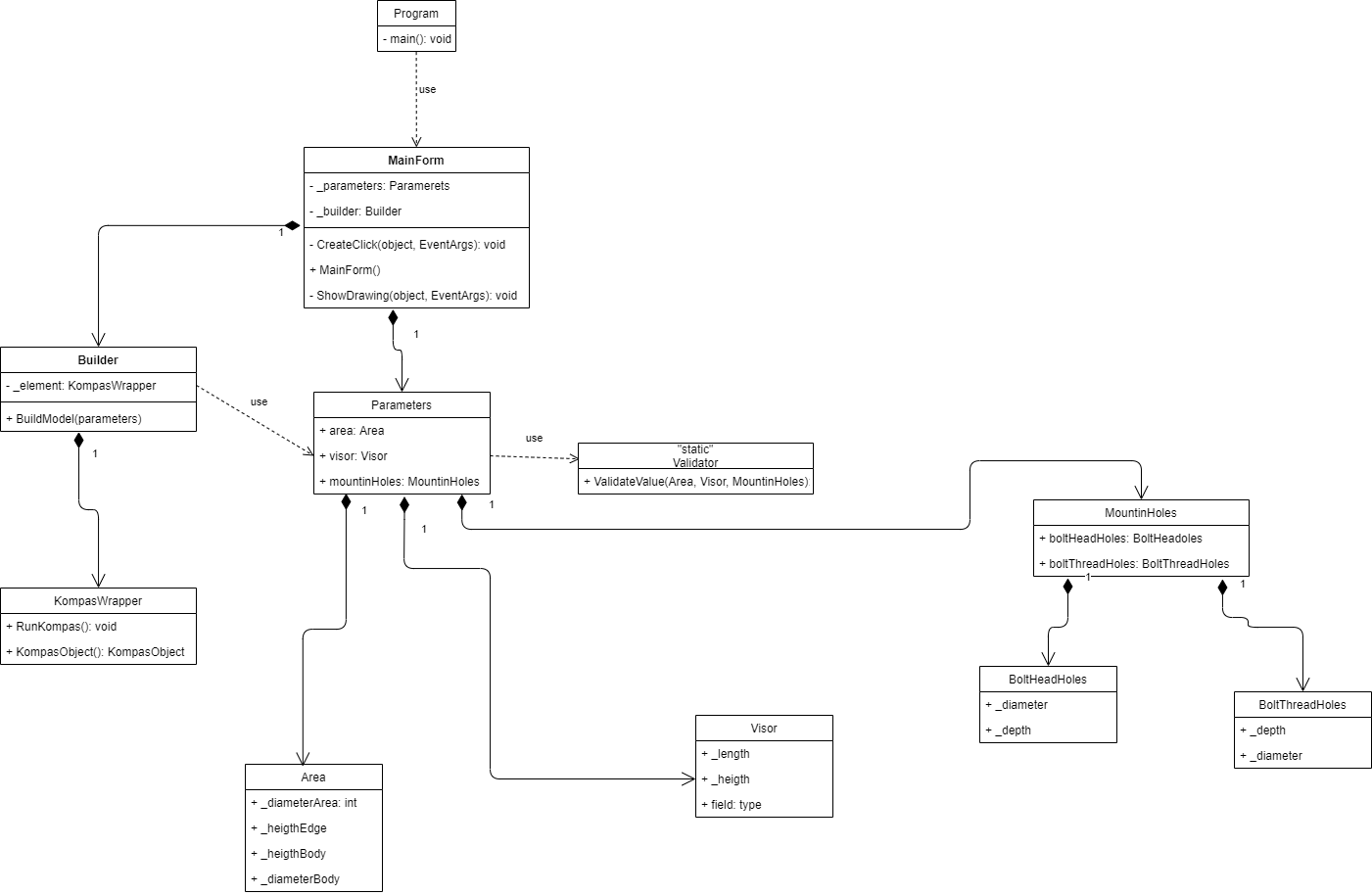


Рисунок 4.1 – Диаграмма классов плагина «Тумба швартовая»

Для реализации был выбран следующий набор классов:

Класс «Program» использует «MainForm» для обработки действий в графическом интерфейсе. «Builder» содержит в себе методы создания 3D модели в «Компас 3D», а также подключения к САПР при помощи «KompasWrapper». Класс «Parameters» содержит введенные значения в графическом интерфейсе и проверяет их в «Validator». Данные содержатся в классах «Area», «Visor» и «MountinHoles».

* 1. **Макет пользовательского интерфейса**

**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 23.10.2021)

Плагин – Википедия. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Плагин> (дата обращения 25.10.2021)

Autodesc AutoCAD – Функционал, полное описание продукта. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.pointcad.ru/product/autocad/podrobnoe-opisanie-autocad#:~:text=AutoCAD%20%E2%80%93%20%D1%8D%D1%82%D0%BE%20%D1%81%D0%BE%D0%B2%D1%80%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D0%B0%D1%8F%20%D0%A1%D0%90%D0%9F%D0%A0%20%D0%B4%D0%BB%D1%8F,%D0%B0%D1%80%D1%85%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%83%D1%80%D1%8B%2C%20%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B8%20%D0%B8%20%D0%B4%D1%80%D1%83%D0%B3%D0%B8%D1%85%20%D0%BD%D0%B0%D0%BF%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B9>. (дата обращения (26.10.2021)

FreeCAD – Википедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/FreeCAD>

Тумбы швартовые – Описание изделия [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://irontub.ru/tumby-shvartovye> (дата обращения 01.11.2021)

UML. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.uml.org/ (дата обращения 9.11.2021)