



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана  
(национальный исследовательский университет)»

# Разработка инструмента для построения трёхмерных изображений, ориентированного на микроконтроллеры STM32

Студент: Сапожков Андрей Максимович ИУ7-53Б

Научный руководитель: Строганов Юрий Владимирович

# Цель и задачи

Цель — реализовать программный инструмент для построения моделей трехмерных объектов, ориентированный на микроконтроллеры семейства STM32.

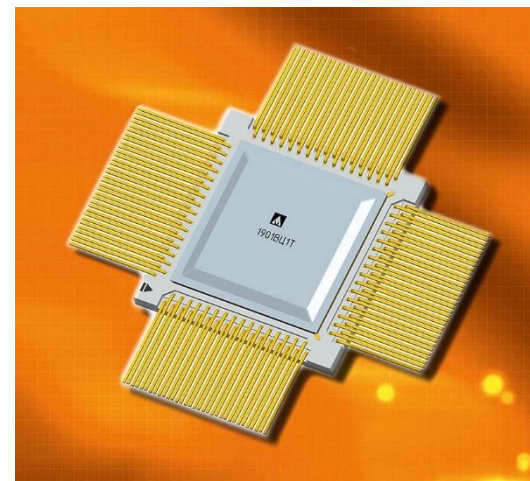
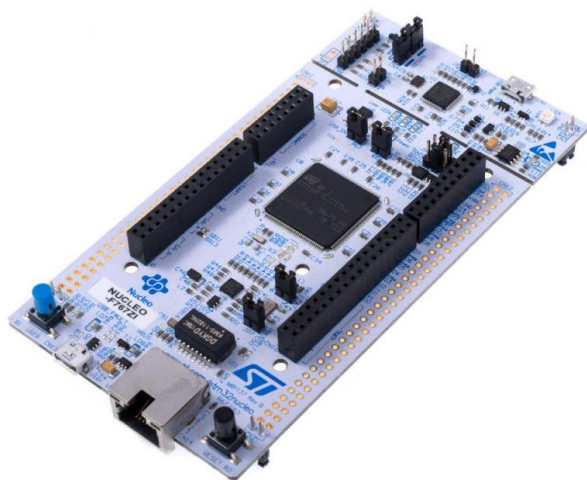
Задачи:

- 1) анализ предметной области;
- 2) разработка алгоритмов визуализации трехмерной сцены для STM32;
- 3) реализация разработанных алгоритмов визуализации трехмерной сцены;
- 4) исследование разработанного ПО для использования на микроконтроллерах семейства STM32.

# Распространённость микроконтроллеров STM32

Микроконтроллеры семейства STM32:

- низкая стоимость;
- гибкая и масштабируемая экосистема;
- большой выбор сред разработки;
- высокая производительность;
- наличие инструментов для отладки микроконтроллера.



Миландр – отечественный аналог.

Применяется в следующих сферах:

- производственное оборудование;
- системы повышенной надёжности;
- измерительные приборы.

# Использование компьютерной графики на микроконтроллерах

Сферы применения:

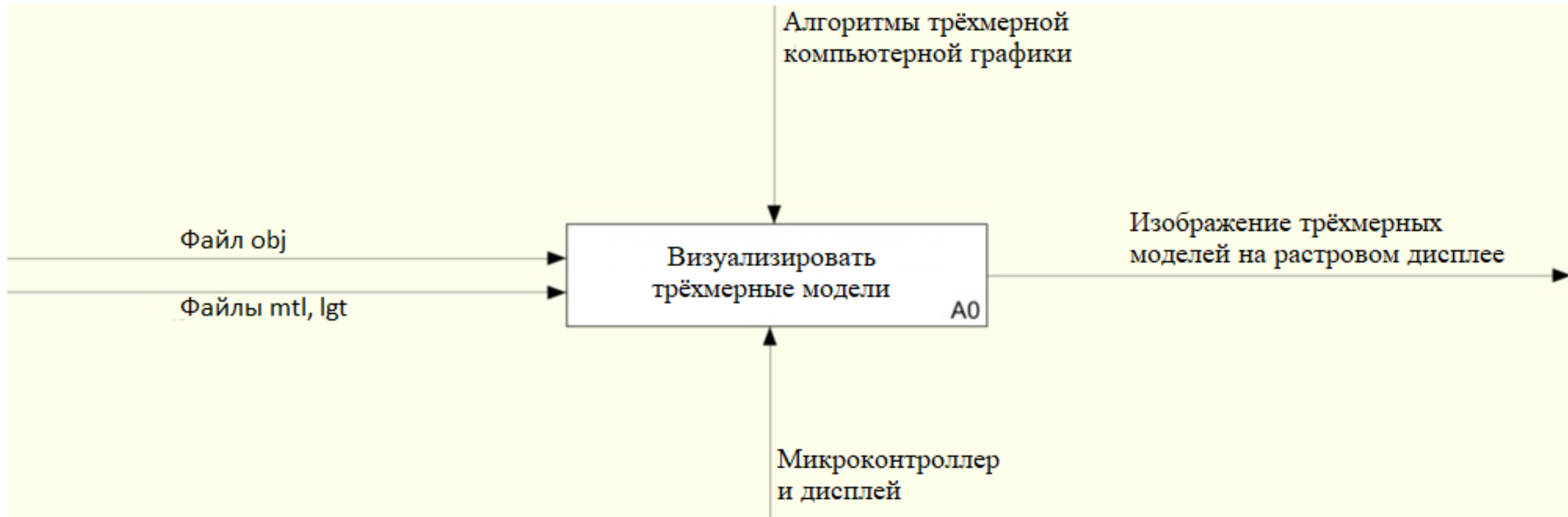
1. Вспомогательные инструменты производственного оборудования;
2. Потребительская электроника;
3. Устройства интернета вещей.

Недостатки существующих решений:

1. Отсутствие низкоуровневых оптимизаций для работы с компьютерной графикой;
2. Отсутствие единого стандарта разработки ПО;
3. Отсутствует переносимость.



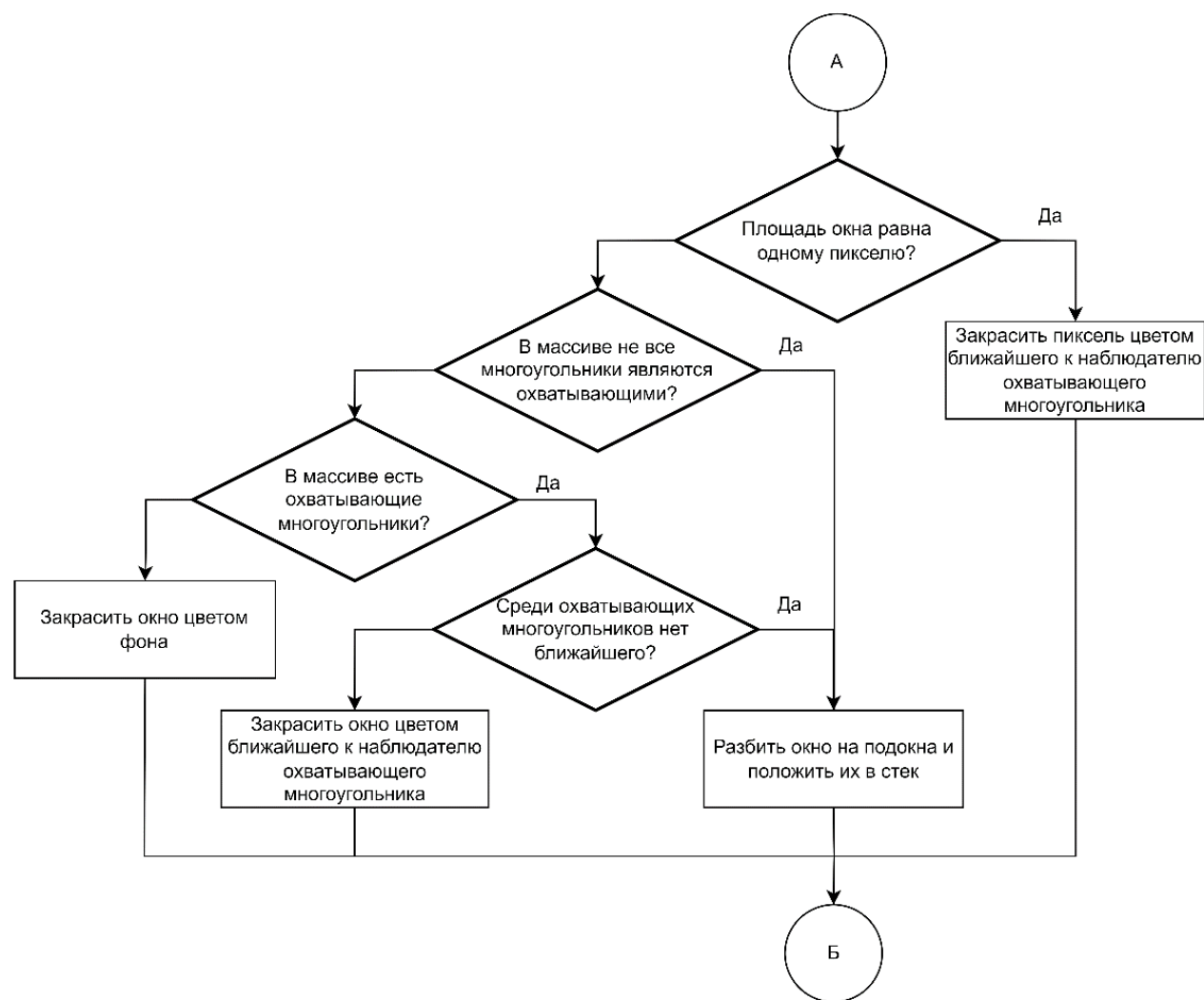
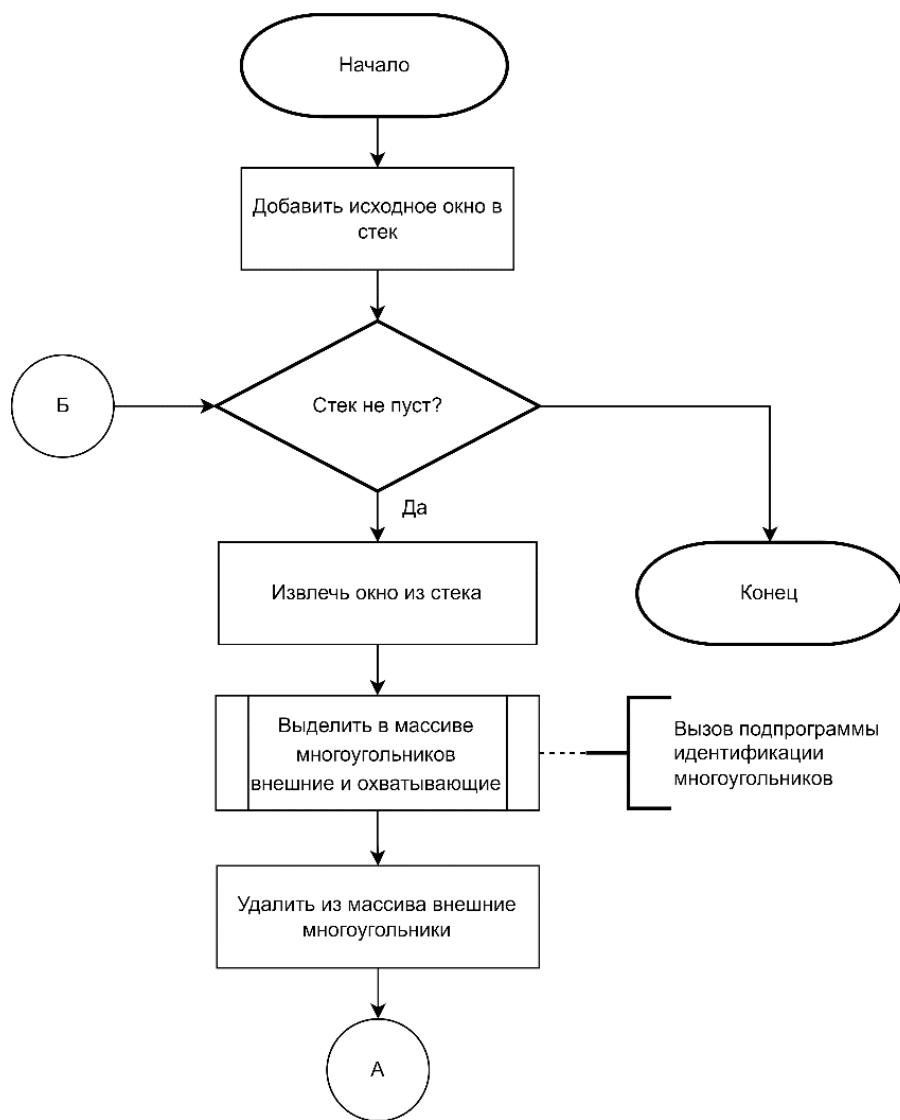
# Визуализация трёхмерной сцены



# Алгоритмы удаления невидимых линий и поверхностей

Алгоритм	Компактность	Лаконичность	Быстродействие
Робертса	-	-	-
<b>Варнока</b>	+	+	+
Вейлера-Азертонa	-	-	-
Z-буфер	-	+	+
Построчного сканирования, использующий Z-буфер	+	+	-
Со списком приоритетов	+	-	-
Трассировка лучей	-	-	-

# Алгоритм Варнока



# Алгоритмы закрашивания

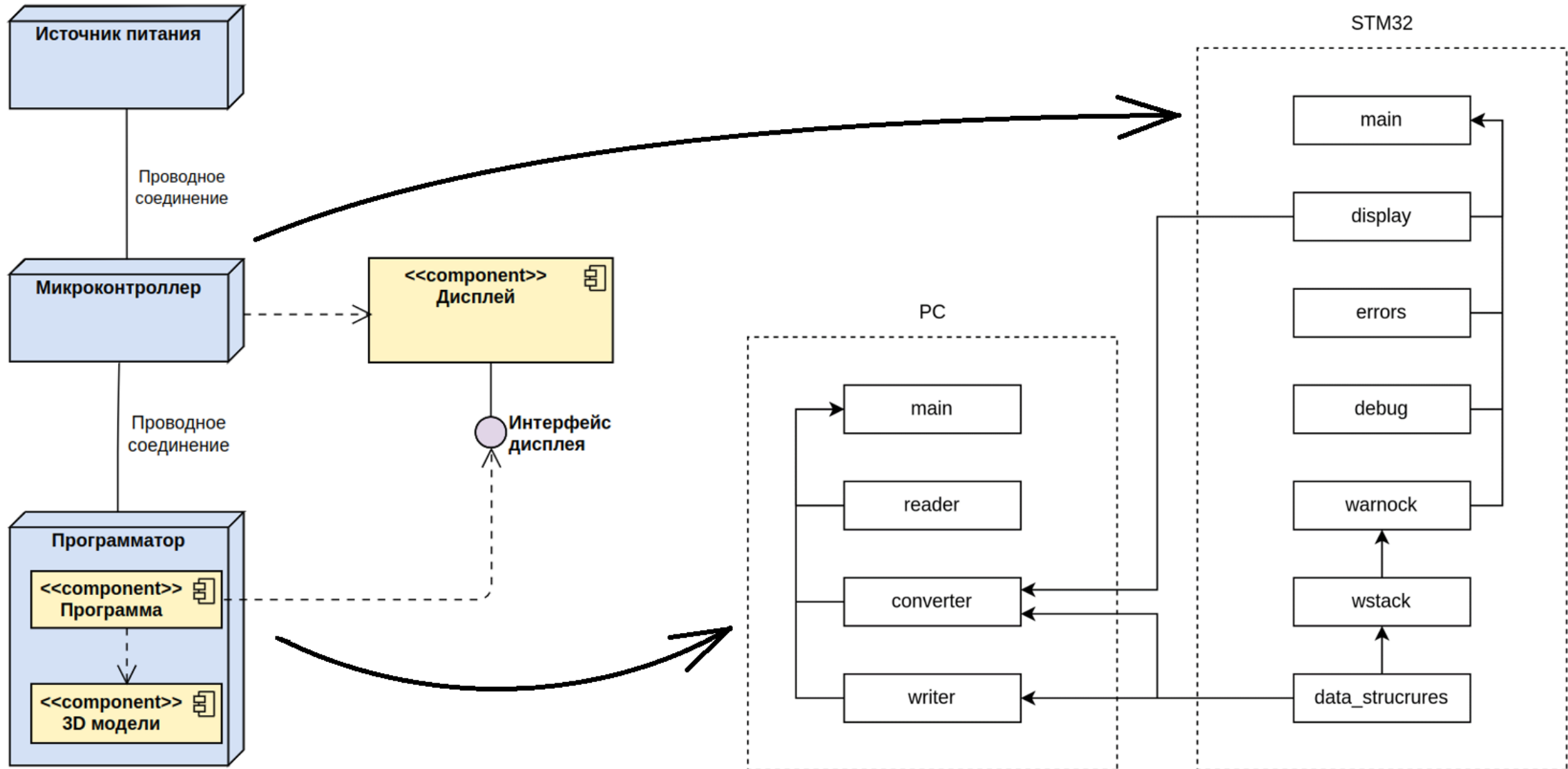
Алгоритм	Компактность	Лаконичность	Быстродействие	Пример
Простая закрашка	+	+	+	
Закраска по Гуро	-	-	-	
Закраска по Фонгу	-	-	-	



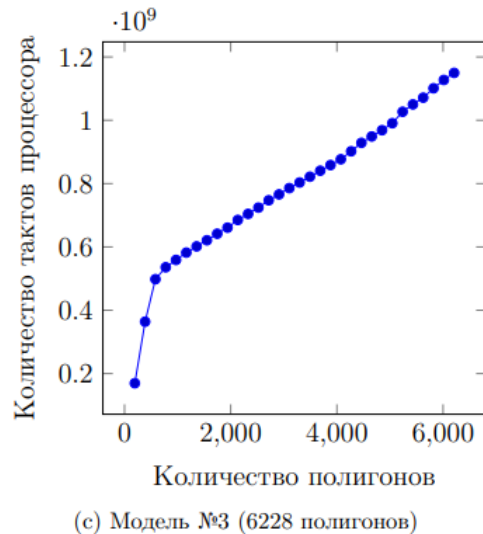
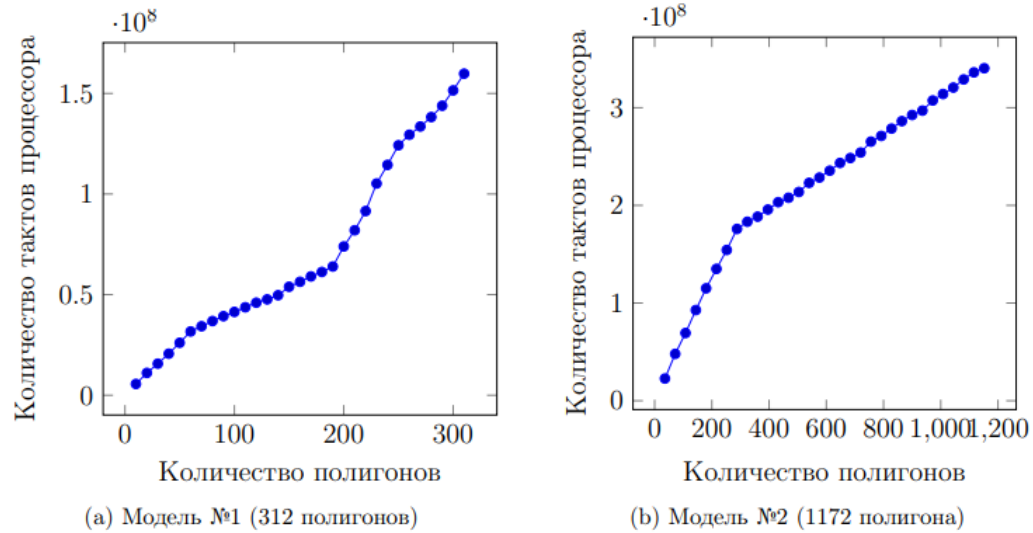
# Структура хранения трёхмерных моделей

Название формата	obj	mtl	lgt
Пример	<pre>o Cube v 0.205056 -0.942683 -1.438507 v 0.896998 -1.434100 0.372495 v 0.861082 0.929069 -1.181257 ... vn 0.8790 -0.2525 -0.4044 vn -0.3280 -0.9359 -0.1286 usemtl Material s off f 1/1/1 5/2/1 7/3/1 3/4/1 f 4/5/2 3/4/2 7/6/2 8/7/2</pre>	<pre>newmtl Material Ns 359.999993 Ka 1.000000 1.000000 1.000000 Kd 0.038252 0.050353 0.800000 Ks 0.500000 0.500000 0.500000 Ke 0.000000 0.000000 0.000000 Ni 1.450000</pre>	<pre>1000 1000 1000 -1000 -1000 -1000</pre>
Описание	Задание геометрии трёхмерных моделей	Задание характеристик материалов	Задание характеристик источников света

# Развёртывание программного комплекса

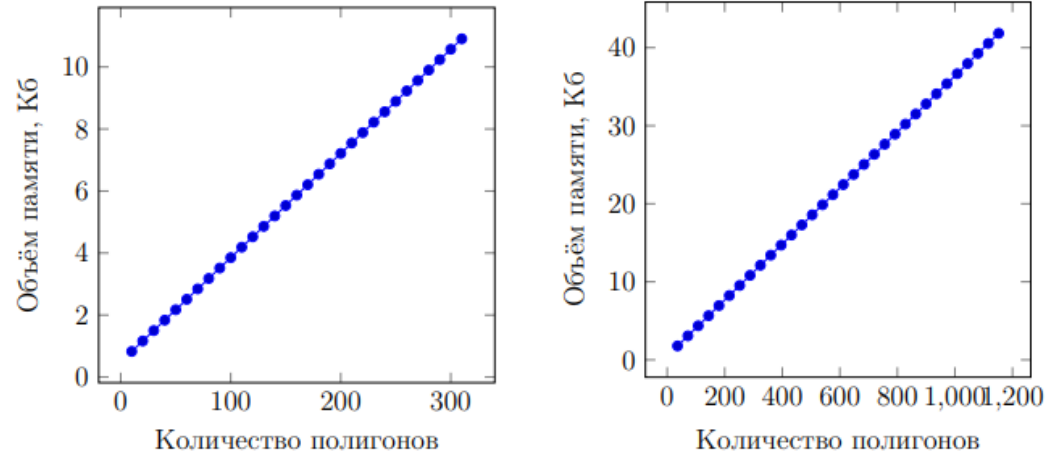


# Измерения времени работы программы



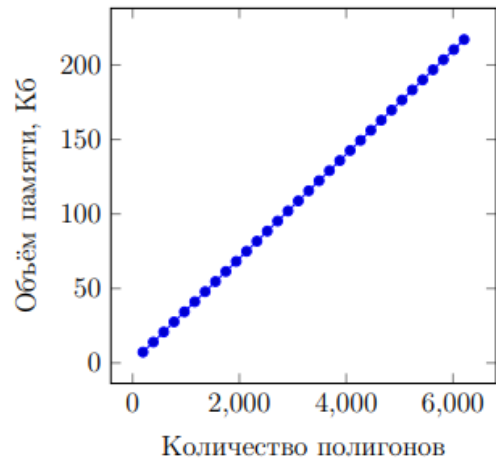
Были произведены замеры времени при визуализации трёх моделей, содержащих 312, 1172 и 6228 полигонов. В самом начале был произведён замер времени визуализации небольшой части модели, а затем к ней постепенно добавлялись новые полигоны до тех пор, пока модель не будет полностью изображена.

# Измерения объёма памяти, необходимого программе



(a) Модель №1 (312 полигонов)

(b) Модель №2 (1172 полигона)



(c) Модель №3 (6228 полигонов)

Замеры объёма памяти, необходимого для работы программы, были произведены аналогично замерам времени, то есть путём исследования процесса визуализации отдельных фрагментов изображения. В процессе визуализации каждого фрагмента фиксировался максимальный объём задействованной оперативной памяти.

# Заключение

В рамках курсового проекта был реализован программный инструмент для построения моделей трехмерных объектов, ориентированный на микроконтроллеры семейства STM32. Для достижения этой цели были решены следующие задачи:

- 1) проанализирована предметная область;
- 2) разработаны алгоритмы визуализации трехмерной сцены для STM32;
- 3) реализованы разработанные алгоритмов визуализации трехмерной сцены;
- 4) исследовано разработанное ПО для использования на микроконтроллерах семейства STM32.