Министерство образования и науки РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«ОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Кафедра «Информатика и вычислительная техника»

Исследование влияния параметров печати на результаты 3D-печати объектов сложной формы с целью оптимизации скорости и качества печати

Выполнил:

магистрант группы ИВТм-192

Блохин А. В.

Научный руководитель:

канд. техн. наук, доцент

Гуменюк А. С.

Омск, 2021

Актуальность работы

Актуальность данной работы обусловлена необходимостью изготовления опытных образцов разрабатываемых 3D-моделей конструкторскими бюро, университетами, кафедрами, а также для ускорения процесса пуско-наладочных работ.

Цель работы

Сформулировать класс задач оптимизации параметров печати 3D-моделей с целью улучшения качества изделия.

Примеры моделей для печати на 3D-принтере

Модель простой формы

Модель сложной формы

Постановка задач

1. Разработать и модернизировать программно-аппаратный комплекс для печати трёхмерных объектов, включающий в составе 3D-принтер с программным обеспечением.

2. Разработать программно-аппаратный комплекс для сканирования трёхмерных объектов, на базе 3D-сканера.

Постановка задач

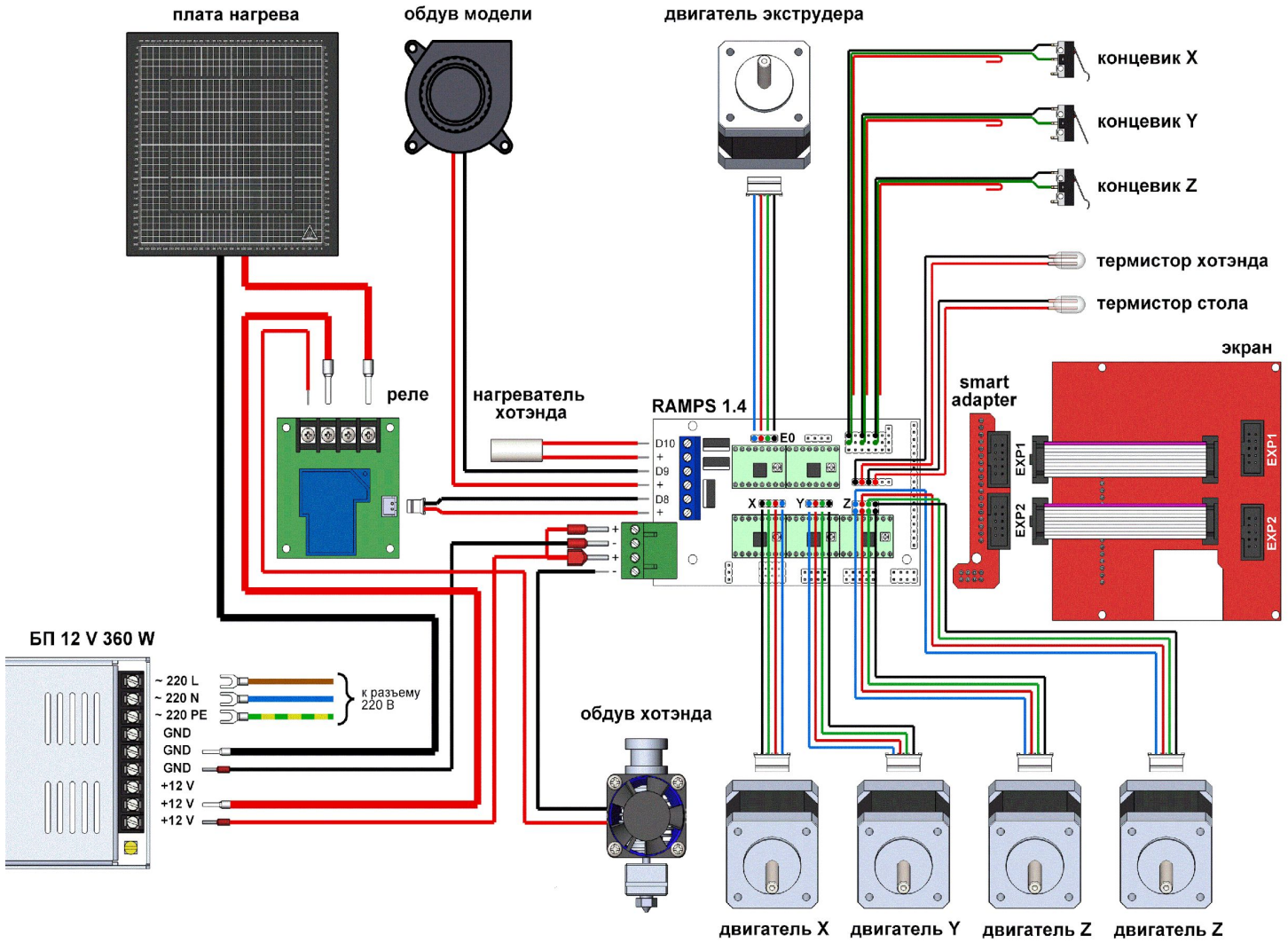
3. Сформулировать ограничения для параметров, влияющих на печать модели.

4. Сформулировать класс задач оптимизации параметров 3D-печати.

5. Опираясь на сформулированную функцию оптимизации параметров печати провести ряд экспериментов, определяющих оптимальные параметры.

Имитационная модель

Разработка аппаратного обеспечения



Структурная схема 3D-принтера

Внешний вид 3D-принтера

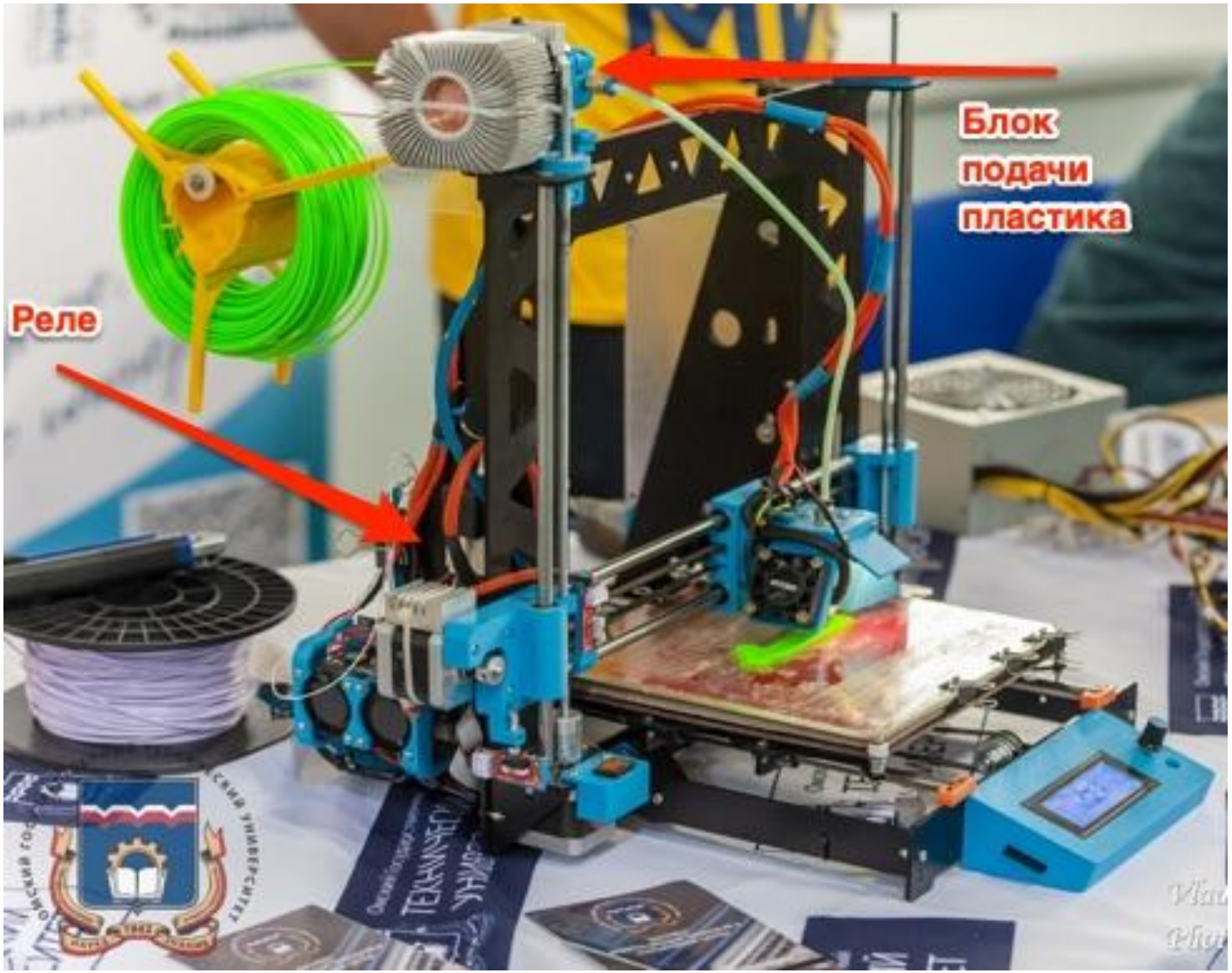


Схема алгоритма калибровки 3D-принтера

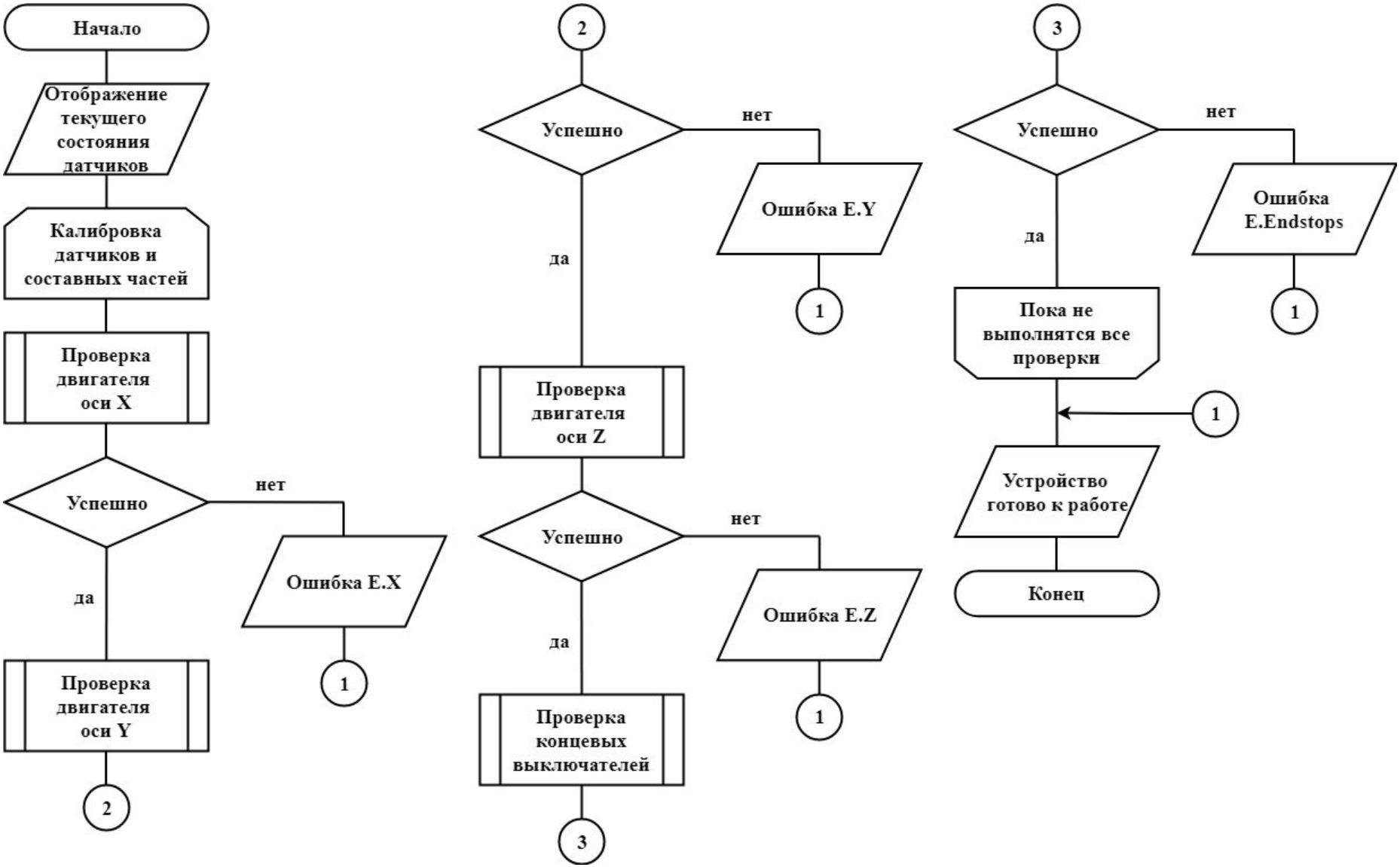
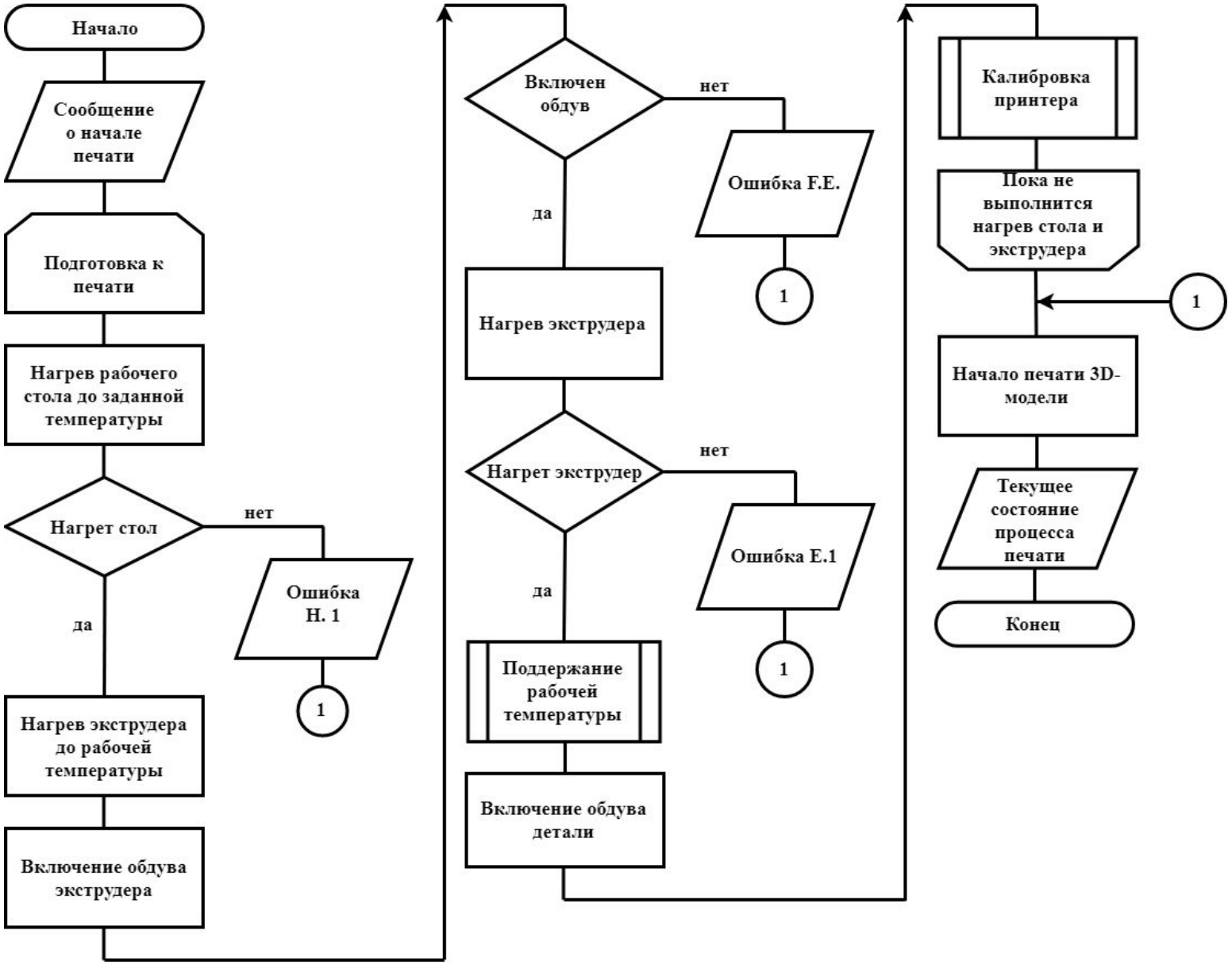
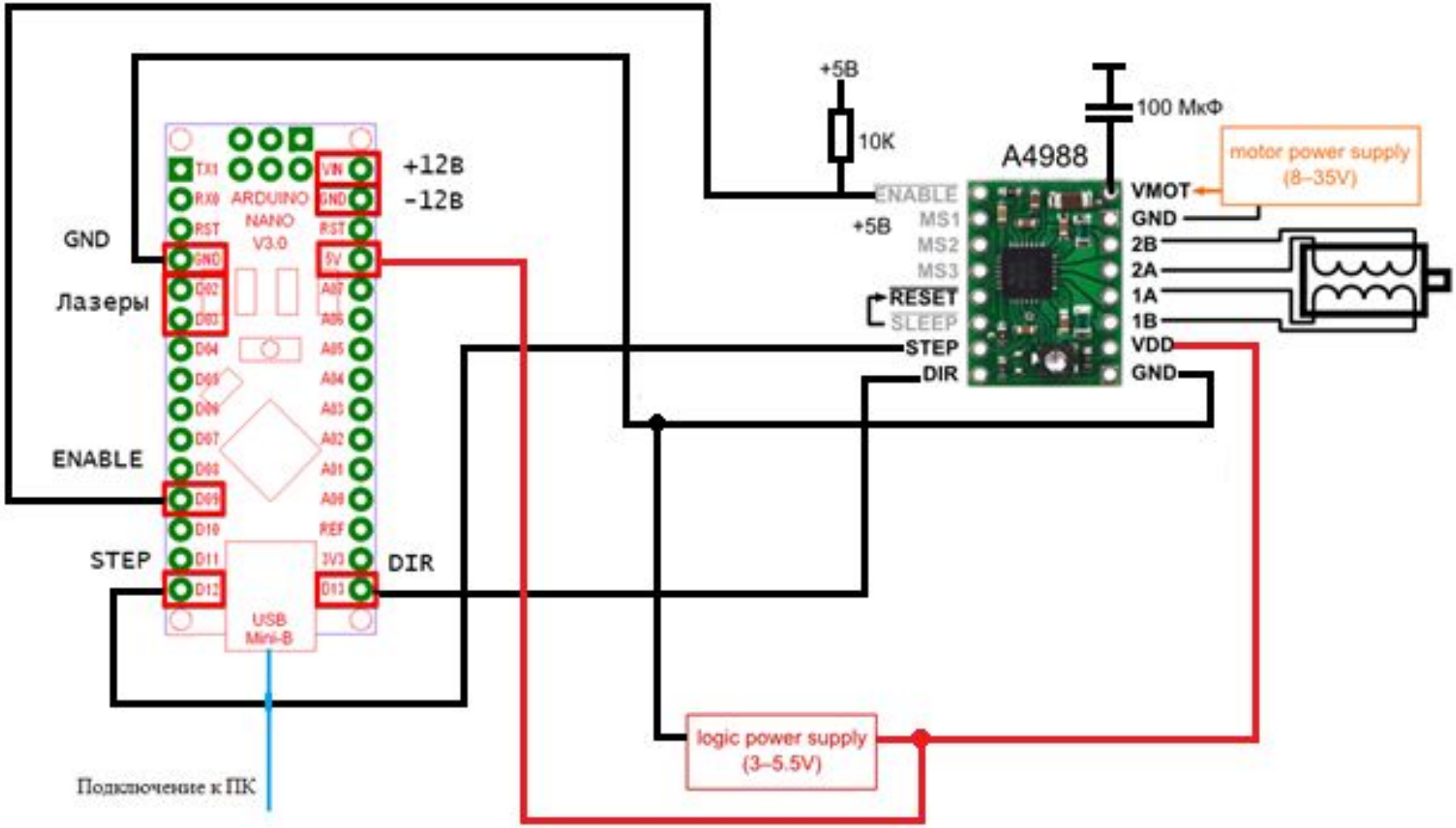


Схема алгоритма управления печатью 3D-принтера



Монтажная схема 3D-сканера



Внешний вид разработанного 3D сканера

Схема алгоритма калибровки 3D-сканера

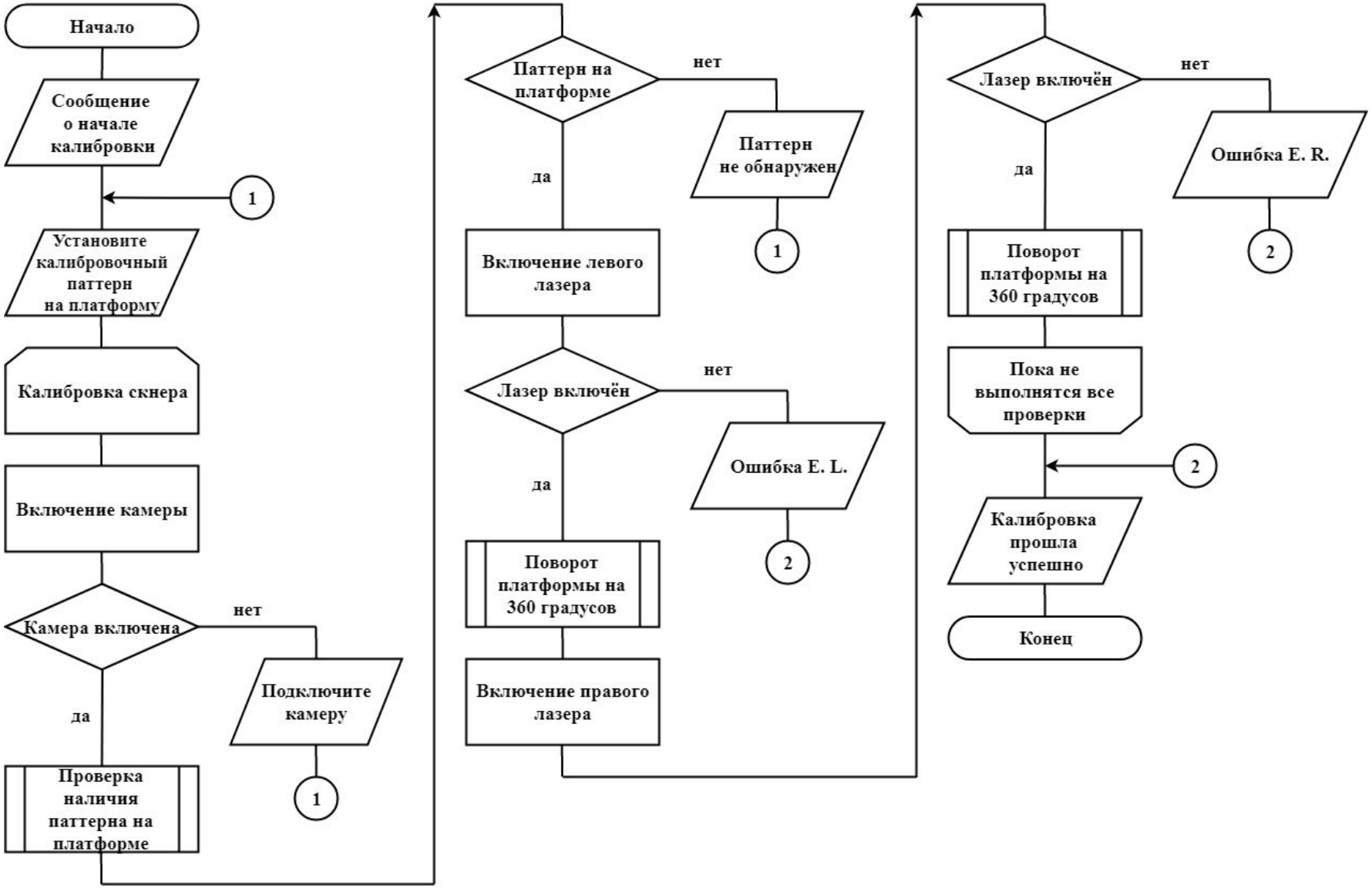
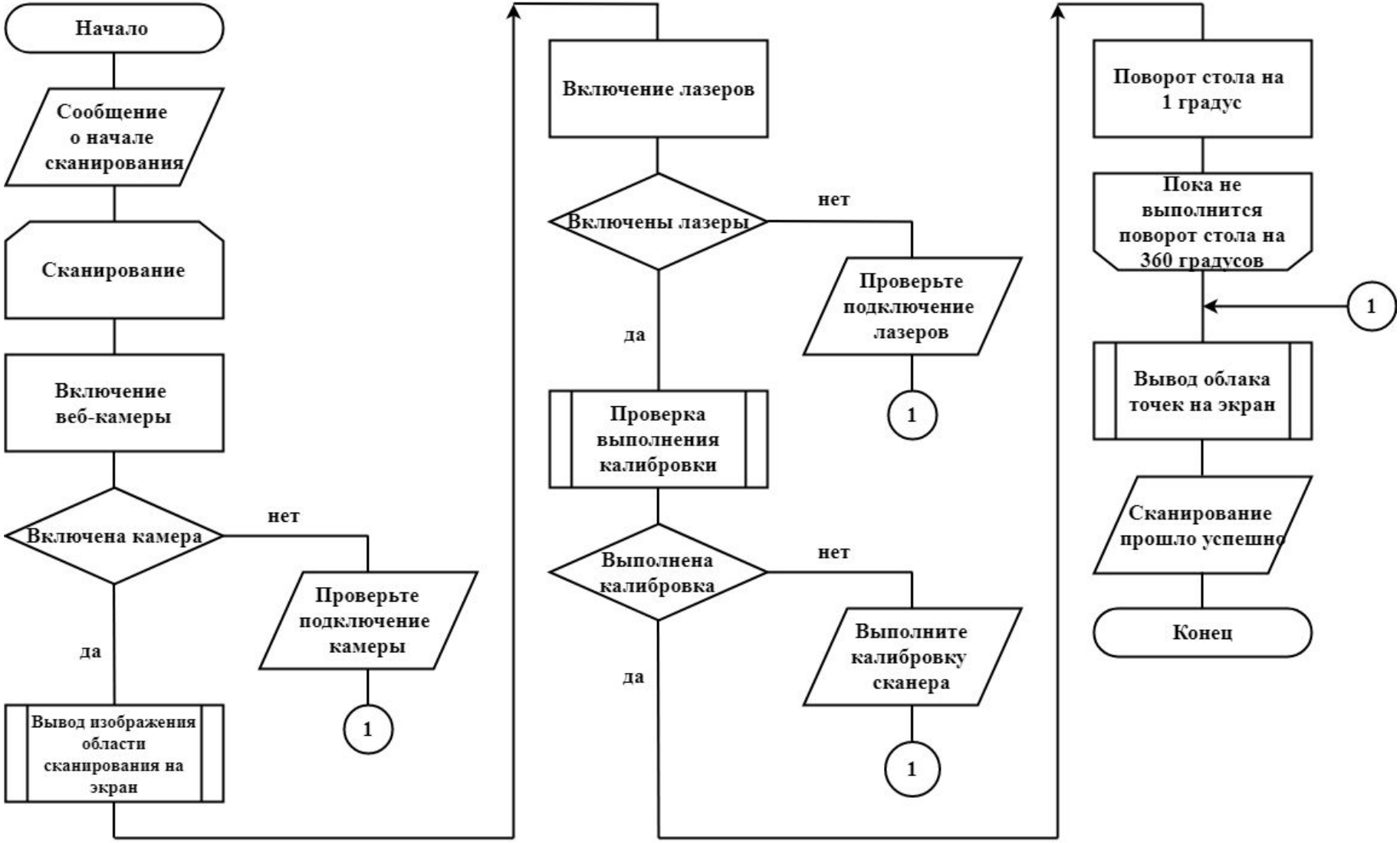


Схема алгоритма сканирования 3D-сканера



Параметры влияющие на качество печати

- Температура сопла экструдера
- Температура нагревательного стола принтера
- Диаметр сопла
- Скорость печати
- Количество микрошагов на 1 мм перемещения печатающей головки

Ограничения параметров влияющих на качество печати

(1)

где x_1 – температура печати сопла экструдера, t_{min}пластика – минимальная температура плавления пластика, t_{max}пластика – максимальная температура плавления пластика, t_{max}сопла – максимальная температура сопла экструдера.

(2)

где $t_{\text{печ}}$стола – температура нагревательного стола при печати, $t_{\text{печ}}$экструдера – температура экструдера при печати. Данные параметры зависят от типа используемого для печати пластика.

Ограничения параметров влияющих на качество печати

(3)

где x_2 – диаметр сопла, d_{min}сопла – минимальный диаметр сопла, d_{max}сопла – максимальный диаметр сопла.

(4)

где x_3 – скорость осевых перемещений экструдера и стола принтера, V_{min}печати – минимальная скорость печати, V_{max}печати – максимальная скорость печати.

(5)

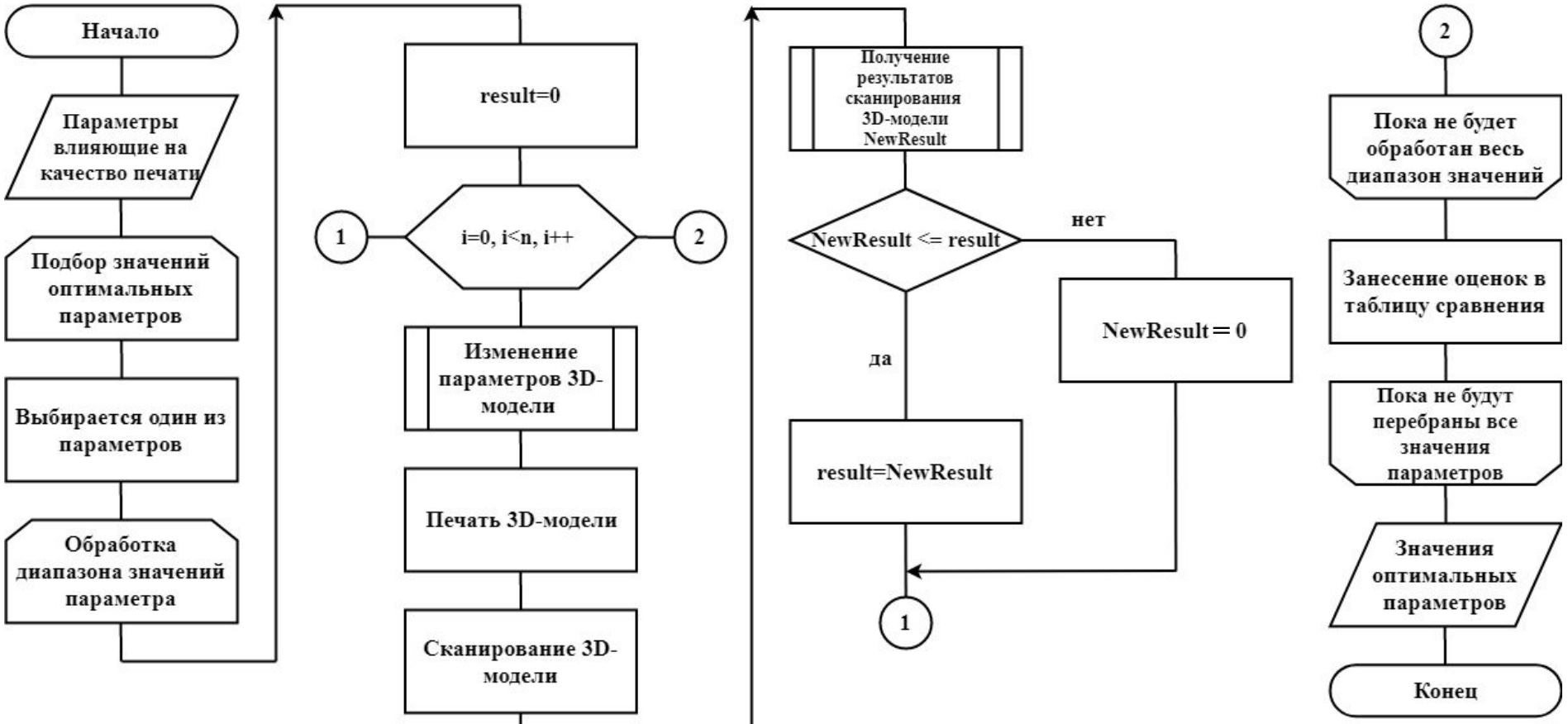
где x_4 – количество микрошагов на 1 мм печатающей головки принтера, N_{min}микрошагов – минимальное количество микрошагов на 1 мм перемещения печатающей головки, N_{max}микрошагов – максимальное количество микрошагов на 1 мм печатающей головки.

Целевая функция оптимизации параметров печати трёхмерных объектов на 3D-принтере

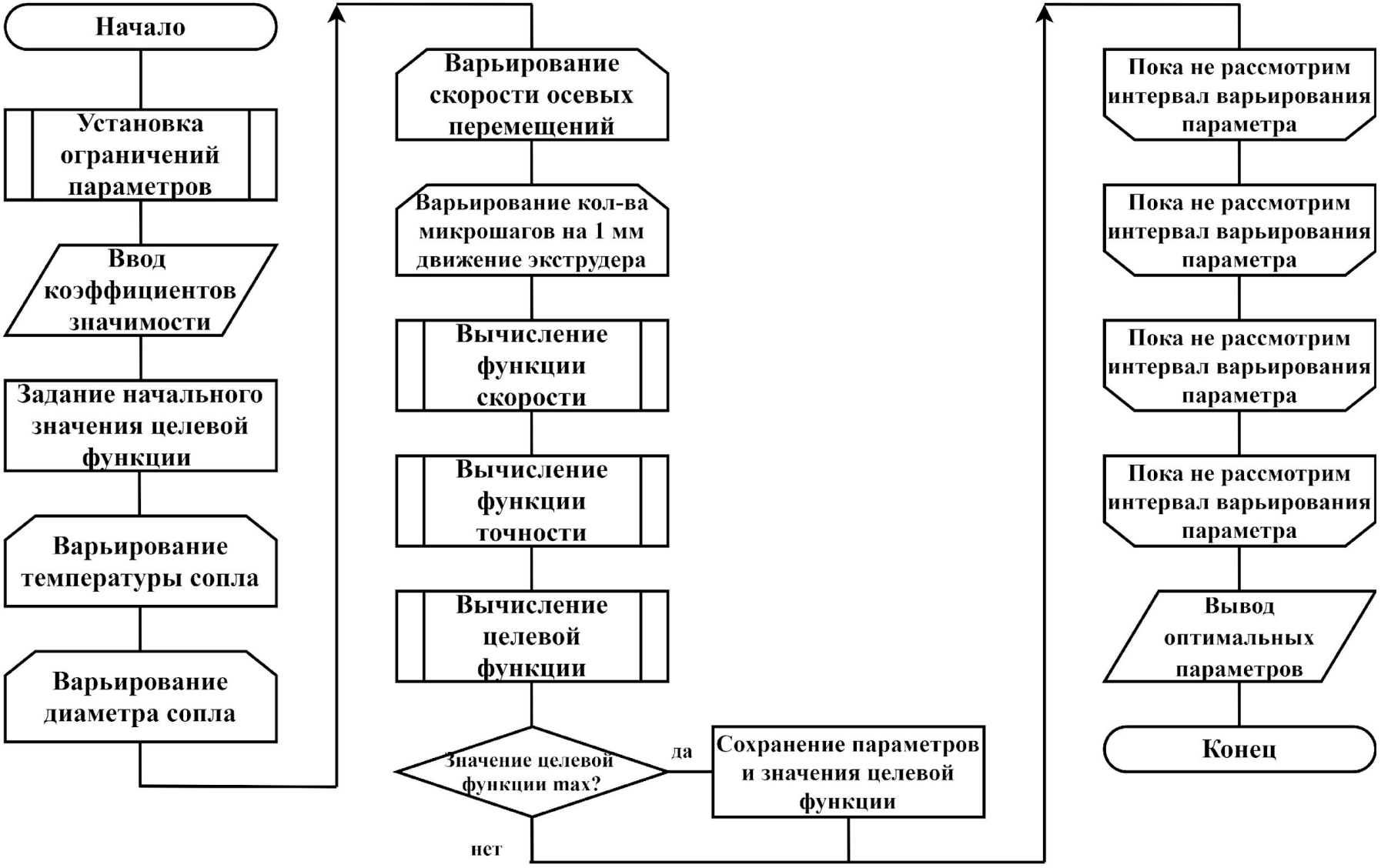
(6)

где k_1 , k_2 – коэффициенты значимости функций скорости и точности соответственно, $f_{\text{скор}}$ – функция скорости печати, определяемая в данной работе эмпирически, $f_{\text{точ}}$ – функция точности печати, также определяемая в данной работе эмпирически.

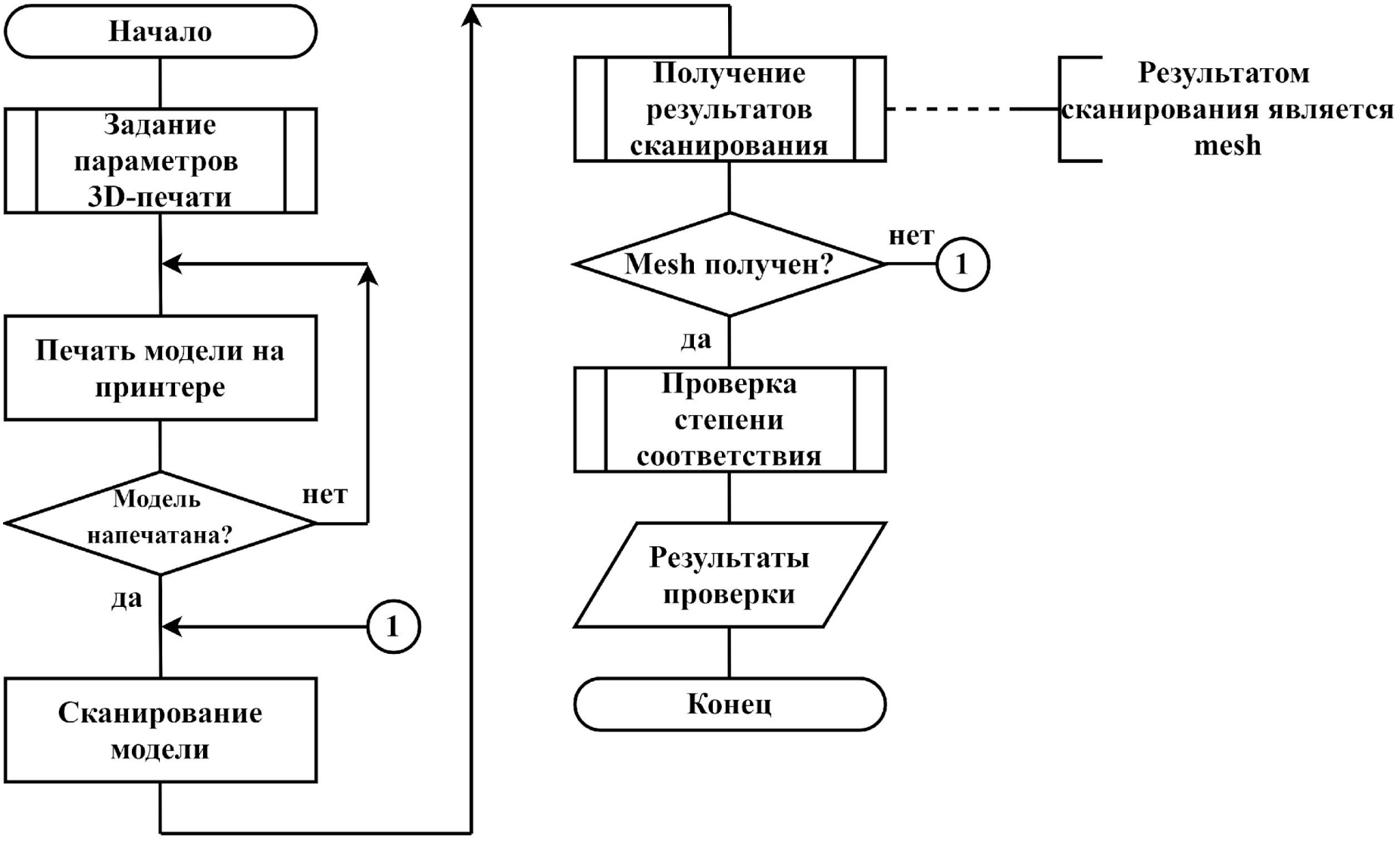
Алгоритм поиска значений оптимальных параметров в ручном режиме.



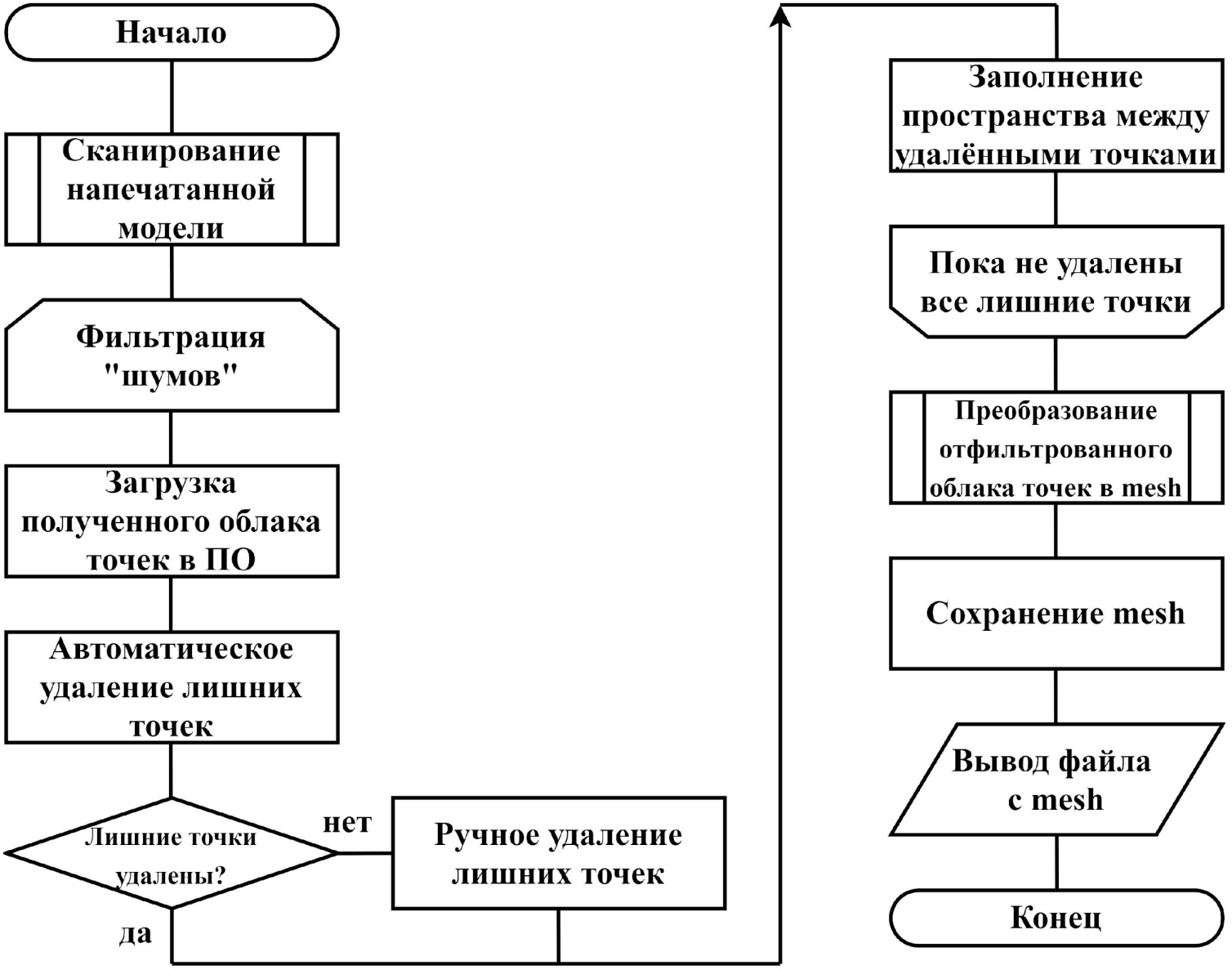
Алгоритм поиска значений функции оптимизации параметров печати на 3D-принтере



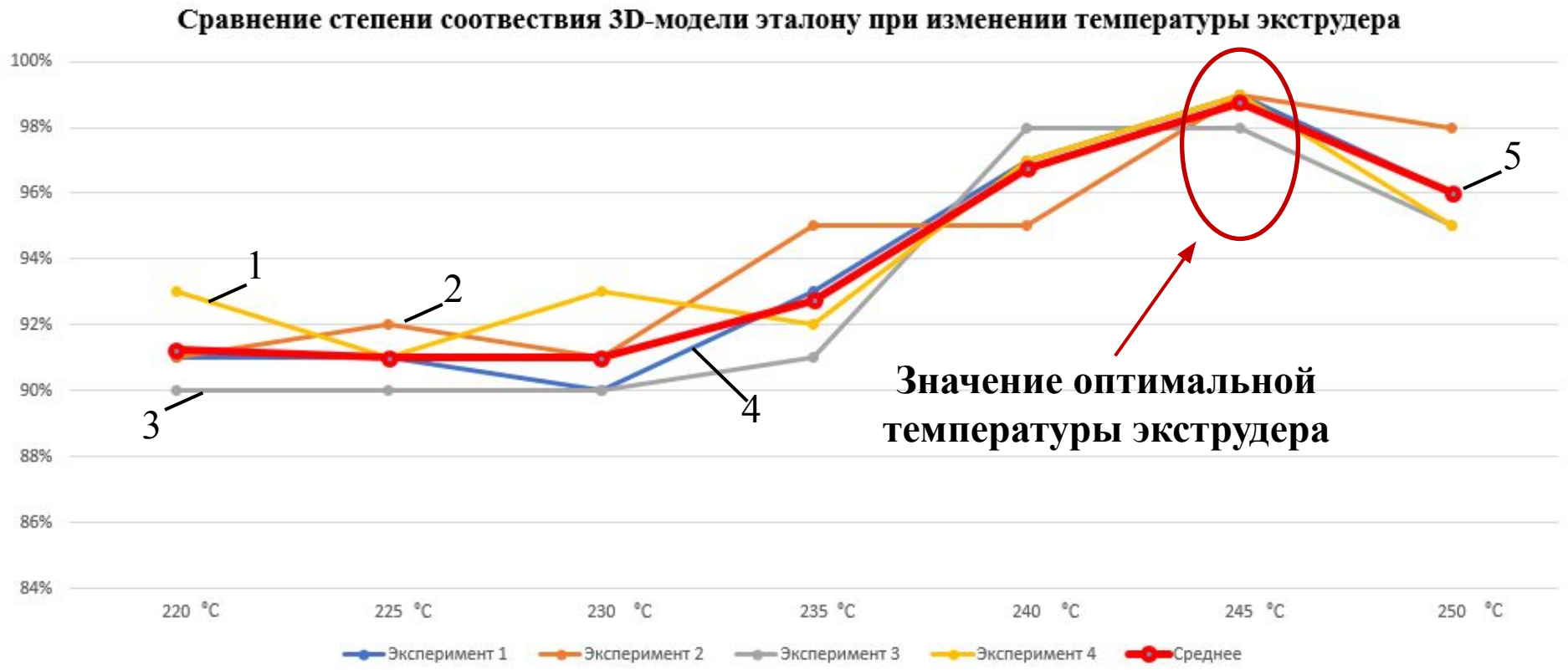
Алгоритм проведения эксперимента



Алгоритм получения результатов сканирования модели

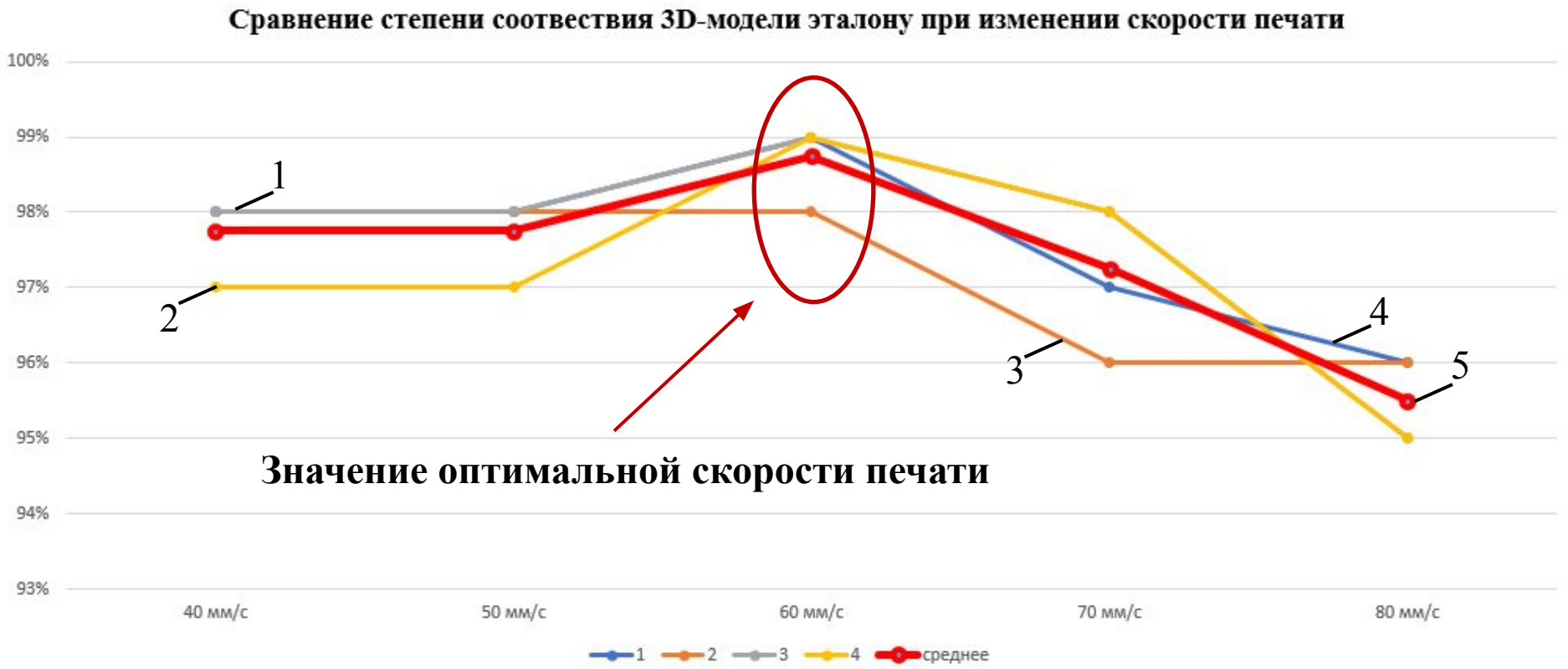


Выбор значения оптимальных оптимальной температуры экструдера для печати 3D-модели



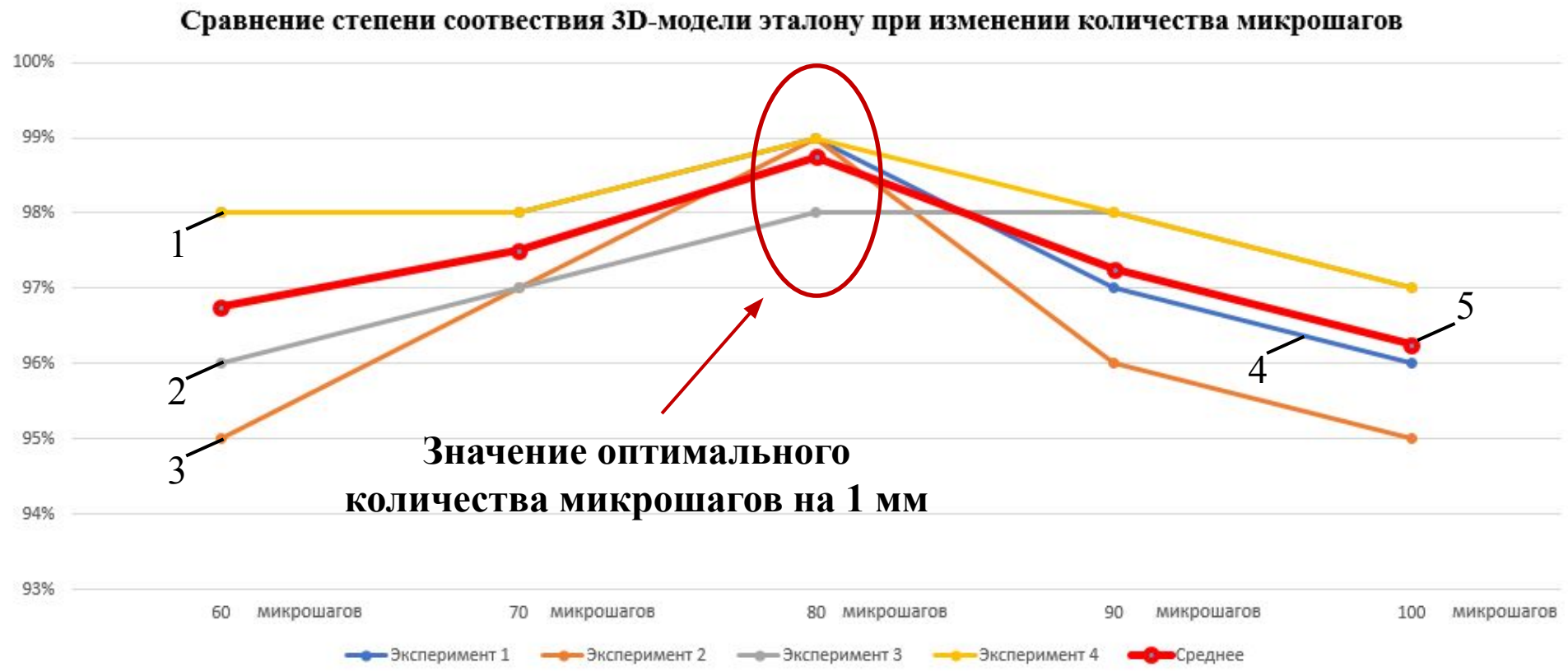
1, 2, 3, 4 – номера проведённых экспериментов
5 – среднее значение параметра

Выбор значения оптимальной скорости печати 3D-модели



1, 2, 3, 4 – номера проведённых экспериментов
5 – среднее значение параметра

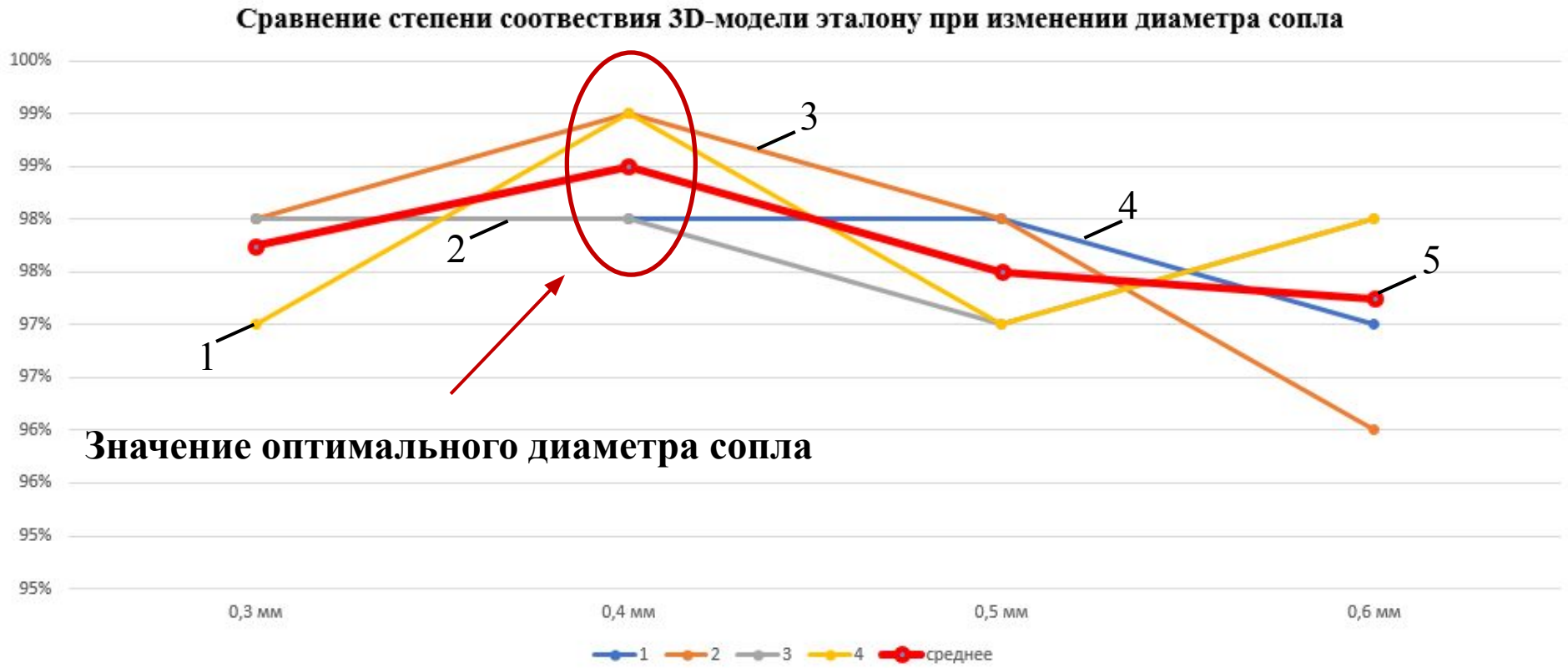
Выбор значения оптимального количества микрошагов при печати 3D-модели



1, 2, 3, 4 – номера проведённых экспериментов

5 – среднее значение параметра

Выбор значения оптимального диаметра сопла для печати 3D-модели



1, 2, 3, 4 – номера проведённых экспериментов
5 – среднее значение параметра

Заключение

Для достижения цели, заявленной в теме работы, были решены следующие задачи:

1. Разработан программно-аппаратный комплекс на базе открытого проекта «Marlin», причём в аппаратную часть принтера были внесены модификации для улучшения качества печати.
2. Разработан программно-аппаратный комплекс для сканирования трёхмерных объектов, включающий 3D-сканер на базе открытого проекта Cyclop и открытого программного обеспечения «Horus».
3. Сформулированы ограничения для параметров, влияющих на печать модели.

Заключение

4. Сформулирован класс задач оптимизации параметров 3D-печати.
5. Используя сформулированную функцию оптимизации параметров печати проведён ряд экспериментов, которые определили значения оптимальных параметров, а именно:

- Скорость печати – 60 мм/с;
- Температура экструдера – 245 °С;
- Диаметр сопла – 0,4 мм;
- Количество микрошагов на 1 мм передвижения печатающей головки – 80 микрошагов.

Публикации

1. Метод настройки 3D-принтера и выбор оптимальных параметров для улучшения качества 3D-печати / А. В. Блохин, А. А. Сапилова, А. А. Приёмко [и др.]. – Текст : непосредственный // Информационные технологии в науке и производстве : материалы VI Всерос. молодеж. науч.-техн. конф.. – Омск : ОмГТУ, 2019. – С. 8-16.
2. Application of the Formal Order Analysis Method in Assessing the Degree of Compliance of Models of Three-Dimensional Objects / A. Fakhrudinov, D. Tyunkov, A. Gritsay [и др.]. – Текст : непосредственный // AIP Conference Proceedings. – 2019. – vol. 2141. – P. 050003-1–050003-9.
3. Применение метода формального анализа строя цепи при оценке степени соответствия моделей трехмерных объектов / А. Р. Фахрутдинов, Д. А. Тюньков, А. С. Грицай [и др.]. – Текст : непосредственный // Техника и технология нефтехимического и нефтегазового производства: материалы 9-й междунар. науч.-техн. конф.. – Омск : ОмГТУ, 2019. – С. 204-205.

Публикации

4. Блохин, А. В. Метод поиска оптимальных параметров печати 3D-модели / А. В. Блохин, С. В. Шабунин, П. Н. Абашкина. – Текст : непосредственный // Энергосбережение и инновационные технологии в топливно-энергетическом комплексе: Материалы национальной с международным участием научно-практической конференции. – Тюмень : ТИУ, 2019. – Т. 1. – С. 12-14.
5. Блохин, А. В. Печать трёхмерных объектов с использованием оптимальных настроек 3D-принтера / А. В. Блохин, А. А. Сапилова, П. Н. Абашкина. – Текст : непосредственный // Научно-практические исследования: Электронный журнал. – 2019. – № 8.3 (23). – С. 24-28.
6. Analyze and optimization parametrs for protatiping using 3d printer / A. V. Blokhin, A. S. Gritsay, A. A. Sapilova [и др.]. – Текст : непосредственный // MSTU 2020. – 2020. – vol. 1546.
7. Анализ и оптимизация параметров прототипирования с использованием 3D-принтера / А. В. Блохин, А. С. Грицай, А. А. Сапилова [и др.]. – Текст : непосредственный // Автоматизация в промышленности 2021. – 2021. – № 3.

Министерство образования и науки РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«ОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Кафедра «Информатика и вычислительная техника»

Исследование влияния параметров печати на результаты 3D-печати объектов сложной формы с целью оптимизации скорости и качества печати

Выполнил:

магистрант группы ИВТм-192

Блохин А. В.

Научный руководитель:

канд. техн. наук, доцент

Гуменюк А. С.

Омск, 2021