



# БОЛЬШИЕ ВЫЗОВЫ

ВСЕРОССИЙСКИЙ КОНКУРС  
НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЕКТОВ



Региональный трек  
Всероссийского конкурса  
научно-технологических проектов

**«БОЛЬШИЕ ВЫЗОВЫ»**

направление

**Умный город и безопасность**

название работы

**«Коллаборативный 3D робот  
манипулятор»**

участник(и)

**Окорочков Артём Александрович**

#большиевызовы  
#МГК

[mgk.olimpiada.ru](http://mgk.olimpiada.ru)

г. Москва  
2021

# Применение коллаборативных роботов на предприятиях

Коллаборативный робот (кобот) – это робот, созданный для совместной работы с человеком, спроектированный так, чтобы не подвергать опасности находящегося рядом работника.



Обслуживание оборудования



Упаковка и укладка в поддоны



Сверление и закручивание,  
дозирование и склеивание



Полировка



Лабораторный анализ и  
тестирование



Работа со станками с чпу

## Преимущества коботов:

- универсальность
- простое программирование
- быстрая настройка
- нетребовательность к установке и эксплуатации
- безопасная работа вместе с людьми
- малое потребление энергии
- низкая себестоимость и быстрая окупаемость

## Недостатки коботов:

- ограниченная скорость движения в целях безопасности для человека
- меньше создаваемые усилия по той же причине

**Гипотеза:** я предполагаю, что использование технологии 3D печати для производства коллаборативных роботов приведёт к повышению их доступности и более широкому использованию в качестве помощников для человека.

**Цель проекта :** изучить возможность создания коллаборативного робота - манипулятора с привлечением технологии 3D печати.

**Для достижения цели необходимо решить следующие задачи:**

- Познакомиться с литературой по коллаборативной робототехнике и инженерной графике.
- Спроектировать модель робота в графической программе.
- Напечатать элементы конструкции на 3D принтере.
- Произвести сборку модели, дополнив её моторами и датчиками.
- Написать программу управления роботом.
- Осуществить запуск модели.
- Выявить недостатки в конструкции и работе модели.
- Найти способы решения возникших проблем.
- Произвести оценку эффективности модели.

# Для реализации проекта я использовал

## Специальное оборудование :



Ноутбук



3D Принтер

## Двигатели и элементы электроники :



ШД Nema 17  
с драйвером



ШД Nema 57  
с драйвером



ШД 28 YBL48  
с драйвером



КД с редук-  
тором 1:100



Arduino Uno и  
Motor shield



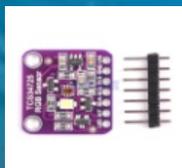
Sensor shield



Сенсорная  
кнопка



ИК датчик  
движения



RGB датчик

## Расходные материалы и дополнительное оборудование :



Филамент



Провод



Шлейфы



Подшипники



Металлические  
10 мм шарики



Кулер



Блоки питания

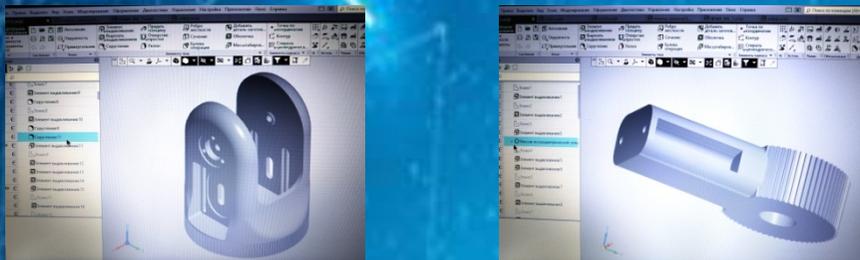


Мультиметр



Паяльная  
станция

# 3D робот - манипулятор после моделирования, печати и сборки



Моделирование элементов в «Компас 3D»



Печать элементов на 3D принтере



Сборка фрагментов конструкции



Готовая модель робота



## Основные конструктивные недоработки и их решение



Первая недоработка связана с конструкцией «пальцев» гриппера. Чтобы придать схвату универсальность, я изменил форму «пальцев» и дополнил их встроенными датчиками цвета RGB. Кроме того, в целях безопасности для человека, я разместил на гриппере инфракрасный датчик движения.



Вторую недоработку я выявил при монтаже двигателя плечевого узла. Фиксированные круглые крепёжные отверстия на детали не позволяют произвести микро подгонку мотора по высоте. В результате между ведущей шестернёй вала мотора и ведомой шестернёй предплечья возникает люфт. Для устранения которого, я заменил круглые отверстия на вертикальные прорези и перепечатал деталь.



Третья недоработка связана со слабым удерживающим моментом ШД Nema 17 равным 4 кг/см, как оказалось недостаточным для работы с плечом рычага длиной 0,48 м и массой 0,8 кг. Для устранения этого недостатка, я заменил в нижней части конструкции два ШД Nema 17 на один ШД Nema 57с удерживающим моментом 20 кг/см и перепечатал деталь.

## Подведение итогов работы

Запуск готовой модели я оцениваю положительно. Предварительные расчёты оказались верными. Непредвиденных ситуаций не возникло. Робот справился с решением поставленной задачи.



Напечатанный 3D робот-манипулятор имеет следующие характеристики:

**Специализация:** универсальный, настольный мини робот

**Тип запястья:** классическое запястье

**Количество осей робота:** 3

**Достигаемость:** min 0,065 м; max 0,42 м

**Грузоподъемность:** 0,5 кг

**Точность \ повторяемость :** 0.1 мм

**Вес :** 3,3 кг

**Примерная стоимость:** около 16 тыс. рублей

### Вывод

Цель проекта достигнута. Напечатан и собран коллаборативный робот-манипулятор, выполняющий сортировку, укладку, анализ и умеющий работать совместно с человеком. Готовая модель имеет относительно небольшую себестоимость около 16 тыс. руб., доступность в изготовлении и простоту настройки. На сегодняшний день при средней зарплате около 30 тыс. рублей сотрудника такой же специализации предприятие сэкономит около 14 тыс. рублей на человека в месяц при окупаемости за 83 часа. Данный 3D робот может применяться в качестве учебной модели в школах на уроках информатики, в техникумах для обучения основам программирования, в кружках по робототехнике, в небольших лабораториях, исключая вредность производства, как альтернативный вариант более дорогостоящим подобным роботам.

## Список используемых источников

1. А.Д.Ботвинников, В.Н. Виноградов , Черчение 9 класс. Учебник,
2. Жарков Н.В., Минеев М.А., Финков М.В., Компас -3D. Полное руководство. 2-е издание.-СПб.: «Наука и Техника»,2018г.
3. Лаксонен А., Олимпиадное программирование, Москва «ДМК»,2018г.
4. Петин В.А., Биняковский А.А, Практическая энциклопедия ARDUINO, Москва «ДМК»,2019г.
5. Шилдт Г., С++ Шаг за шагом, Москва, ЭКОМ, 2013г.
6. <https://top3dshop.ru/blog/kollaborativ-robot-opredelenie-i-primenenie.html>
7. <https://roboticsandautomationnews.com>
8. <https://www.3dpulse.ru/news/roboty/>
9. <https://robo-hunter.com/news/kollaborativnaya-revolyciya>