

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
«МИФИ»

---

ИНСТИТУТ ЛАЗЕРНЫХ И ПЛАЗМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ  
КАФЕДРА №31 ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА

Отчет  
по проектной практике на тему:

СОЗДАНИЕ CNC СТАНКА

Работу выполнили:  
Романов Сергей, Есис Александр, Никитин Кирилл  
Руководитель проекта: Морозов Андрей Андреевич

г. Москва 2022

# Содержание

1	Введение	4
2	Цель и задачи	5
3	Разработка модели	6
4	Электронная схема компонентов	9
5	Программная часть	11
6	Список литературы	13

# Аннотация

Данный этап работы по представленной теме является продолжением работы предыдущего семестра. Все исходные коды и подпрограммы находятся на github.

## 1 Введение

Современное состояние техники и производства характеризуется высоким уровнем автоматизации, применением сложнейших электронных устройств на основе компьютерных систем и комплексов. Станки с ЧПУ - это компьютеризированные станки с числовым программным управлением, которые могут выполнять определенный набор операций в соответствии с заложеной в них программой. Подобные станки могут управляться с помощью компьютеров (наиболее сложные станки) или микроконтроллеров [1]. Первым очевидным плюсом от использования станков с ЧПУ является более высокий уровень автоматизации производства. Случаи вмешательства оператора станка в процесс изготовления детали сведены к минимуму. Станки с ЧПУ могут работать практически автономно, день за днем, неделю за неделей, выпуская продукцию с неизменно высоким качеством. При этом главной заботой оператора являются в основном подготовительно-заключительные операции: установка и снятие детали, наладка инструмента и т.д. Вторым преимуществом является производственная гибкость. Это значит, что для разных деталей нужно всего лишь заменить программу. А уже проверенная и отработанная программа может быть использована в любой момент и любое число раз. Третьим плюсом является высокая точность. По одной и той же программе вы сможете изготовить с требуемым качеством тысячи практически идентичных деталей. Таким образом, ЧПУ станок позволяет быстро получить спроектированное на компьютере изделие, причем ЧПУ станок производит изделия гораздо быстрее и качественнее чем вручную. Точный и легко приспособляемый ЧПУ станок позволяет осуществить проекты, которые, используя ручные технологии, оказались бы невыполнимыми или невыгодными [2]. К станкам ЧПУ относятся и плоттеры, которые могут рисовать какие-либо объекты по заданной программе. Они представляет собой 2D-чертежные машины с 3D-управлением, которые используют перо для написания текста или рисования изображения на любом заданном твердом теле. ЧПУ плоттер можно использовать для таких целей, как проектирование печатных плат, разработка логотипа, пирографии и др [3].

## 2 Цель и задачи

Цель проекта: получить рабочий прототип портального ЧПУ станка. Для достижения данной цели были поставлены следующие задачи:

1. Изучение литературы и существующих моделей ЧПУ станков.
2. Выбор наиболее подходящей модели.
3. Создание 3D модели станка.
4. Разработка и сборка электронной составляющей ЧПУ станка.
5. Сборка и наладка первой простой рабочей модели.
6. Усовершенствование полученной модели.

### 3 Разработка модели

При создании конструкции прорабатывались различные варианты, для этого использовалась матрица выбора.

Таблица 1: Матрица выбора характеристик модели

Группы	Характеристика	Простота в изготов- лении	Удобство в эксплуа- тации	Удобная модерни- зация	Итог
Стол	Подвижный стол	2	4	2	8
	Без стола	4	2	4	10
	Закрепленный стол	3	5	3	11
Передача	Передача винт-гайка	5	3	2	10
	Ременная передача	3	4	2	9
	Зубчатая рейка	2	4	2	8
Управляющий контроллер	Arduino	5	5	3	13
	Raspberry	2	5	4	11
Размер рабоче- го поля	A4-A5	5	3	2	10
	A4-A3	4	5	2	11

После анализа вариантов с помощью матрицы выбора было принято решение по созданию портального ЧПУ станка со следующими характеристиками:

1. Закрепленным столом, с передачей типа винт-гайка.
2. Управляющий контроллер — Arduino Mega.
3. Питание установки — 220В / 50 Гц. Питание прибора 12 VDC, 5 А.
4. Размеры поля: 500×500 мм .

Также предполагается разработка нескольких типов держателей для различных инструментов

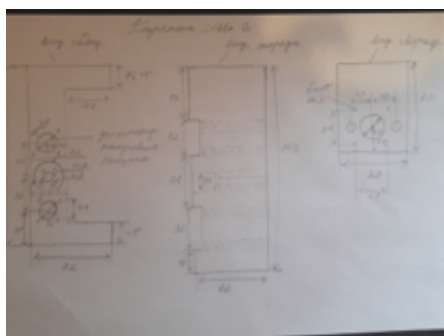
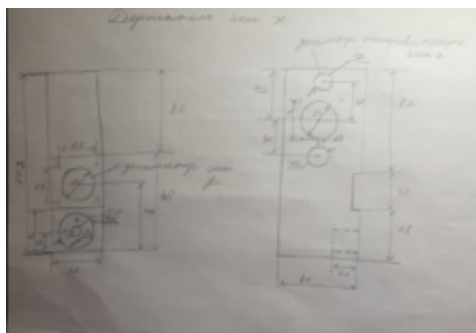


Рис. 1: Первые чертежи

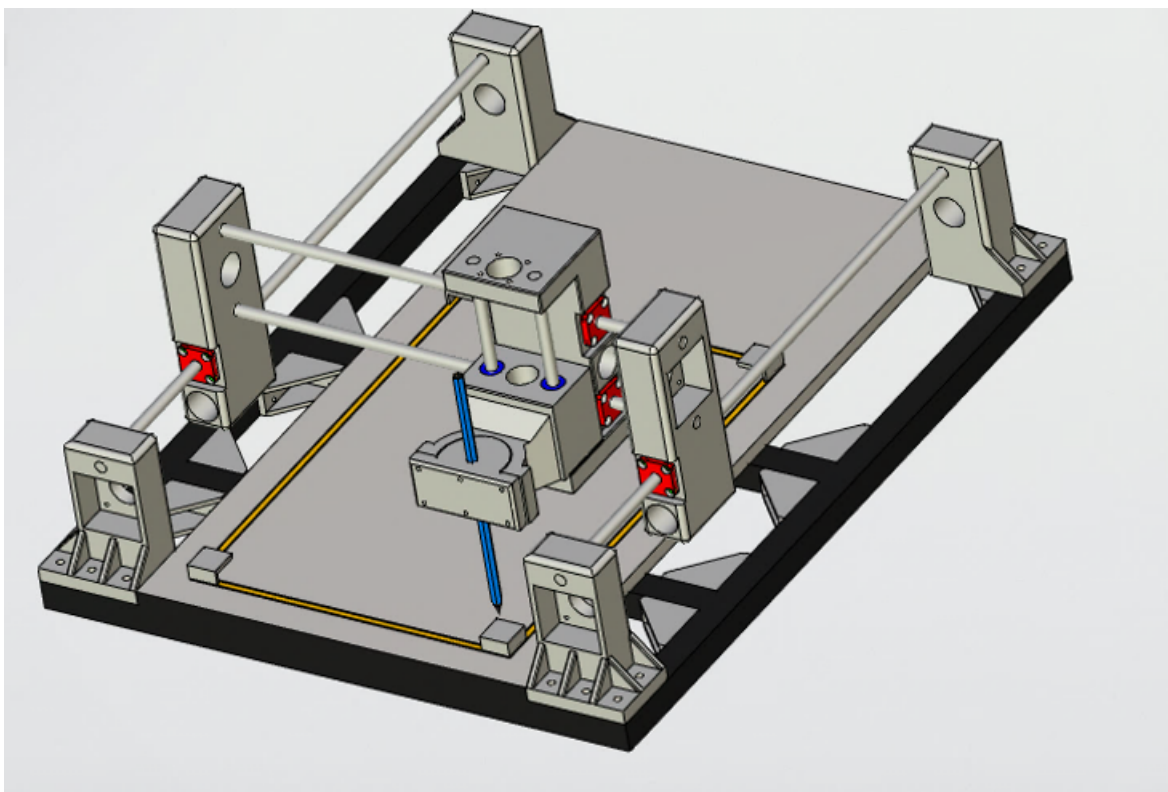


Рис. 2: Стартовая модель станка

Была составлена смета для определения недостающих деталей и их последующей закупки.

Таблица 2: Смета для модели ЧПУ

Наименование	Требуемое кол-во, шт	Стоимость, руб/шт	Ссылка
Электродвигатель шаговый 17HS4401S	4	—	—
Arduino Mega	1	—	—
CNC Shield	1	—	—
Драйвер шагового двигателя A4988	3	—	—
АС-DC блок питания	1	—	—
Профиль конструкционный 20x20l (без покрытия)	4×500	245 р/м	<a href="https://clck.ru/Pbg5v">https://clck.ru/Pbg5v</a>
Г-соединитель 60x60, паз 6, отв.6	4	44	<a href="https://clck.ru/Xhk9S">https://clck.ru/Xhk9S</a>
Угловой алюминиевый соединитель 20x20, паз 6	4	29	<a href="https://clck.ru/XhkXA">https://clck.ru/XhkXA</a>
Т-гайка м5, паз 6	6*4+2*4	14	<a href="https://clck.ru/VbjBq">https://clck.ru/VbjBq</a>
Линейный вертикальный подшипник с фланцем LMK12LUU 12 мм	4	220	<a href="https://clck.ru/XhmU8">https://clck.ru/XhmU8</a>
Линейный вертикальный подшипник 8 мм	2	—	—
Направляющие 8 мм	2	—	—
Направляющие 12 мм	3×500	700 р/м	<a href="https://clck.ru/XhoTM">https://clck.ru/XhoTM</a>
Трапецеидальный винт Т8 (500 мм)	3	450	<a href="https://clck.ru/Xhomu">https://clck.ru/Xhomu</a>
Латунная гайка шаг 2 мм для винта Т8	4	90	<a href="https://clck.ru/Xhoyw">https://clck.ru/Xhoyw</a>
Соединительная муфта 8 мм	4	—	—
Болт М5	30	—	—
Болт М3	30	—	—
Итого		4870	

## 4 Электронная схема компонентов

В проекте используется плата RAMPS (RepRap Arduino Mega Pololu Shield) 1.4. Она является надстройкой для Arduino MEGA 2560. При прикреплении поверх, через нее осуществляются все подключения и питание.

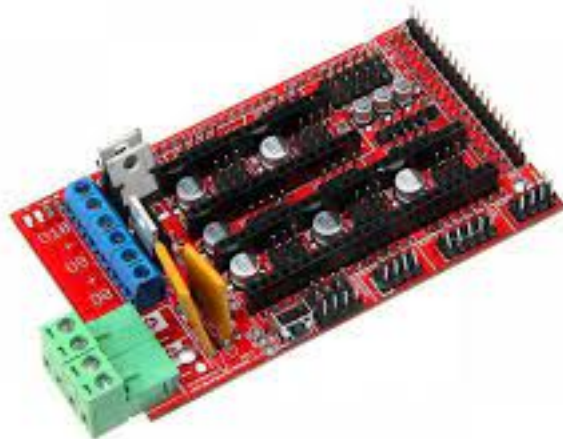


Рис. 3: Плата RAMPS 1.4

В качестве шаговых двигателей используются двигатели 17HS4401S с драйверами Drv8825. Драйвер Данный драйвер поддерживает ток до 2.2 А и 1/32 шага.

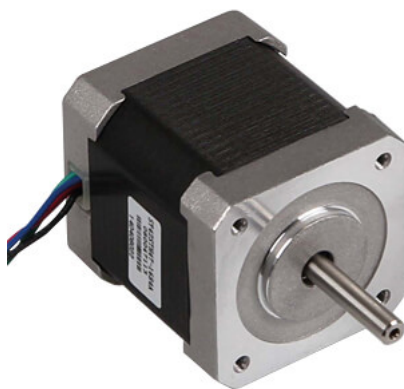


Рис. 4: Двигатель 17HS4401S



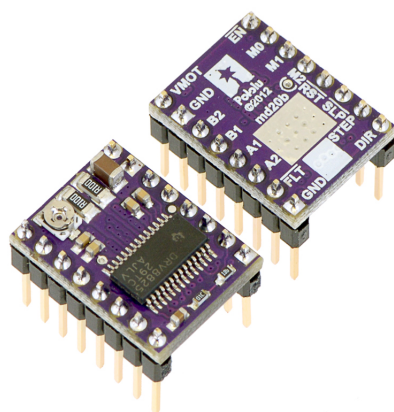


Рис. 5: Драйвер Drv8825

Для более удобной работы с ЧПУ станком используется простой 4х строчный LCD дисплей с SD card reader и с встроенным поворотным энкодером RepRapDiscount Smart Controller.



Рис. 6: RepRapDiscount Smart Controller

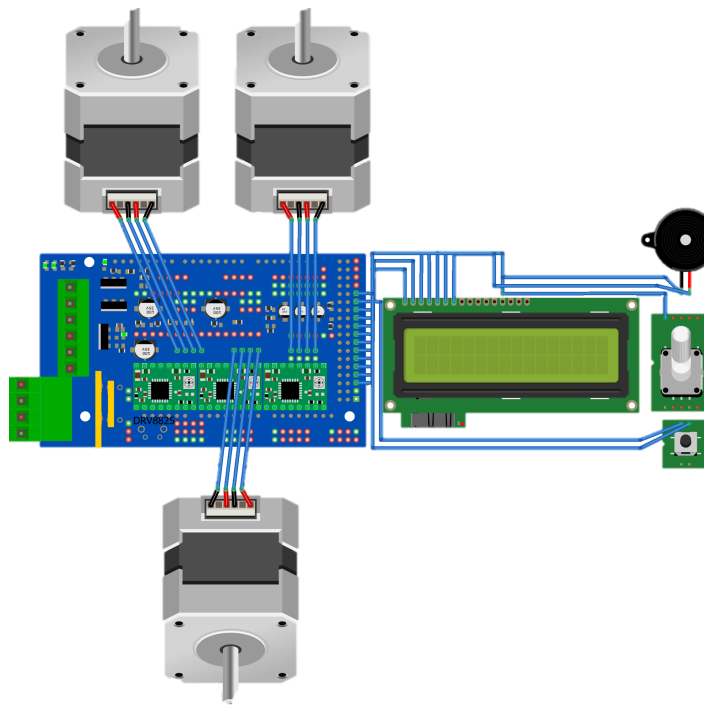


Рис. 7: Схема компонентов

## 5 Программная часть

Поскольку основой нашего станка является железо от 3d принтера, в качестве прошивки был выбран Marlin. Marlin - это прошивка с открытым исходным кодом, гибрид от Sprinter и GRBL со множеством оригинальных деталей и дополнений. Одним из ключей к популярности Marlin является то, что он работает на 8-битных микроконтроллерах Atmel AVR. Эти чипы лежат в основе популярной платформы Arduino с открытым исходным кодом. Управляющий язык для Marlin является производным от G-code. Поскольку прошивка специализируется для 3d принтеров требовалась настройки для работы в качестве ЧПУ станка.

Для получения G-code используется Fusion 360, однако для возможности работы с прошивкой Marlin требуется специальный постпроцессор [4]. Загрузить его можно на странице github автора и затем добавить в Fusion 360 в соответствии с официальной инструкцией. Важно при использовании данного программного инструмента с ЧПУ станком выставить правильные настройки для выхода оси z за пределы рабочей зоны.

### Post properties

Job: End numbers ☐

Job: Reset on start (G92) ☒

Job: Travel speed X/Y

Job: Travel Speed Z

Job: Use Arcs ☒

▼ Group 2

Change: Disable Z stepper ☐

Change: Enabled ☒

Change: X

Change: Y

Change: Z

Change: Make Z Probe ☐

▼ Group 3

Probe: G38 speed

Probe: G38 target

Probe: On job start ☐

Probe: Plate thickness

Probe: Use Home Z ☒

▼ Group 4

Рис. 8: Настройки постпроцессора

## 6 Список литературы

- [1] Иванов Александр Викторович, Боренко Евгений Александрович. ЧПУ плоттер // Молодой ученый. — 2020. — № 317. — С. Т.1. 14–15. — URL: <https://moluch.ru/archive/317/72425/> (дата обращения: 2022-04-02).
- [2] Григорьев Сергей Николаевич, Мартинов Георгий Мартинович. Концепция Построения Базовой Системы Числового Программного Управления Мехатронными Объектами // Информационные Технологии В Проектировании И Производстве. — 2011. — № 2. — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=16375157> (дата обращения: 2022-04-03).
- [3] Girhe Puja, Department EXTC, Chirde Arpita. Arduino Based Cost Effective CNC Plotter Machine. — 2018. — Vol. 6, no. 2. — P. 4.
- [4] Mini CNC Milling Machine. — URL: <https://www.instructables.com/Mini-CNC-Milling-Machine/> (online; accessed: 2022-03-27).