

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

Применение лазерных технологий при создании прототипов РЭА

Автор: к.т.н., доцент кафедры К1
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Поленов Д.Ю.

19.06.2025 г.



ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ СОЗДАНИЯ РЭА

РАЗРАБОТКА СХЕМЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ

Детальное представление соединений
ЭРИ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ИЗГОТОВЛЕНИЕ ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЫ

Химическое травление

МОНТАЖ ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЫ

Ручной монтаж
Автоматический монтаж

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

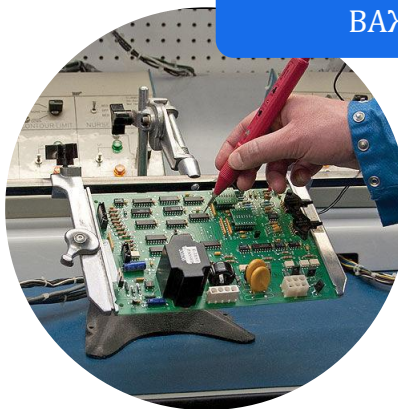
РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ (при необходимости)

РАЗРАБОТКА И ИЗГОТОВЛЕНИЕ КОРПУСА

Механическая резка, литье, штамповка

ПРОВЕДЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ

ВАЖНО !



МАКЕТИРОВАНИЕ

ПРОТОТИПИРОВАНИЕ

ОТЛАДКА



ПРОТОТИПИРОВАНИЕ

БЫСТРО

ДЕШЕВО

ПОДОБНО

ПРОТОТИПИРОВАНИЕ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

ЛАЗЕРНО-УТЮЖНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ (ЛУТ)

Нанесение защитного слоя
Химический процесс травления

НАНЕСЕНИЕ ЗАЩИТНОГО СЛОЯ

ЗЕРКАЛЬНАЯ ПЕЧАТЬ

проводящего слоя на лазерном
принтере, приклеивание на
основание ПП

ПОКРАСКА

основания ПП и удаление краски в
местах травления

ОСОБЕННОСТИ

- **50%** успешного перевода краски на основании ПП
- успешный перевод краски на **80-100%** площади основания ПП

ОСОБЕННОСТИ

- **100%** удаление краски в местах травления
- **длительность** процесса **меньше**, если площадь ПП составляет <100 мм²

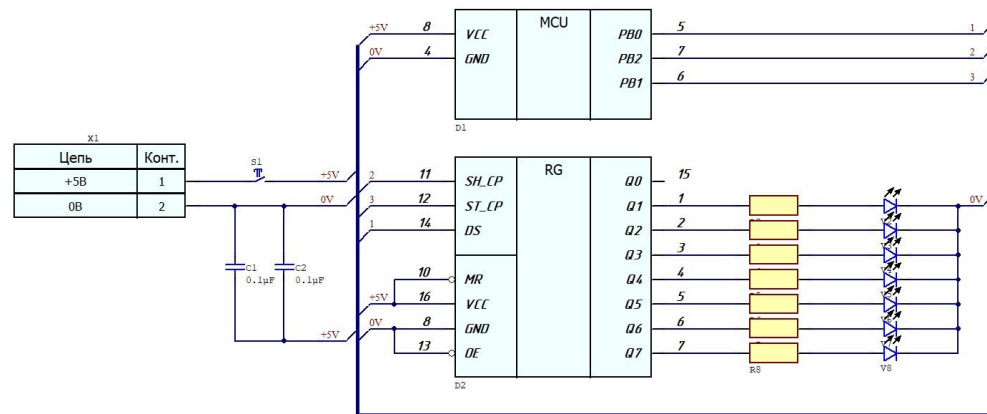
ЛАЗЕРНЫЙ СТАНОК

ПРОТОТИПИРОВАНИЕ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

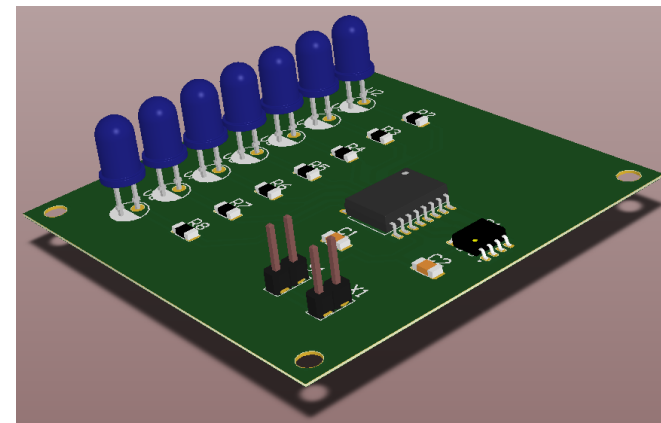
ПЕЧАТНАЯ ПЛАТА

пластина из диэлектрика, на поверхности и/или в объеме которой сформированы электропроводящие цепи электронной схемы

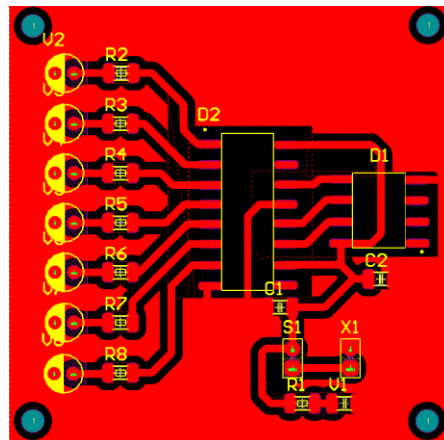
СХЕМА ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ



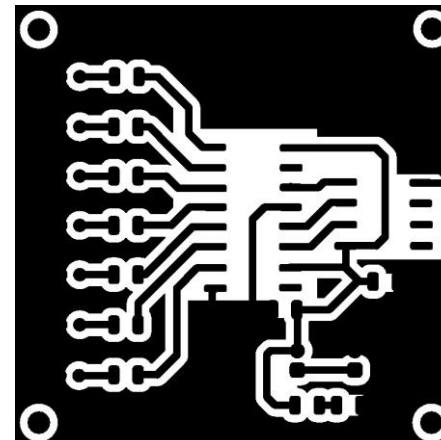
РАССТАНОВКА ЭРИ



ТРАССИРОВКА ПП



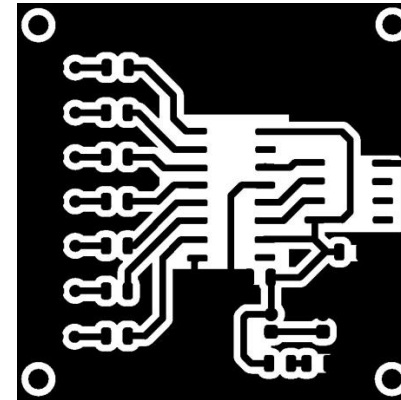
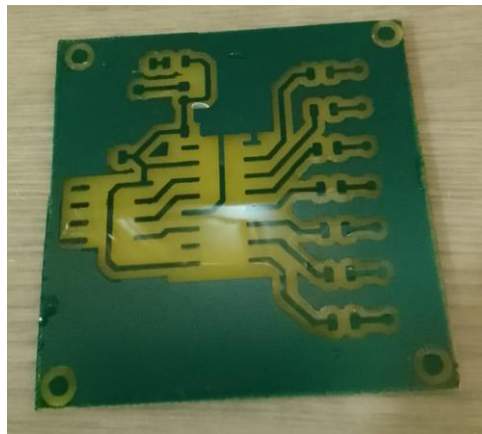
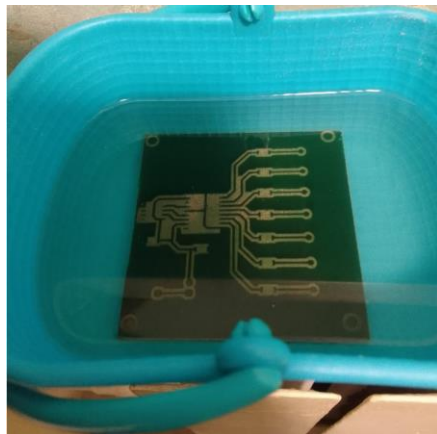
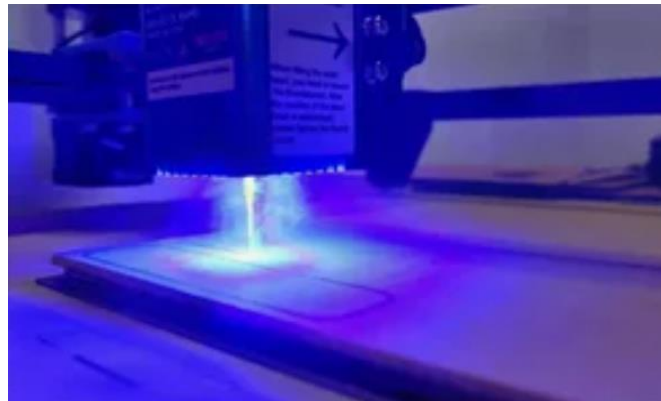
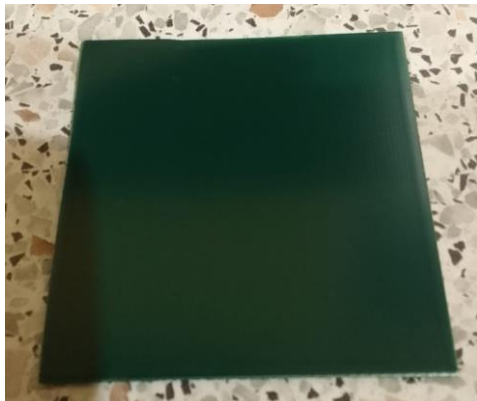
ПОДГОТОВКА ФАЙЛА



ПРОТОТИПИРОВАНИЕ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

ПОДГОТОВКА ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЫ

Обезжиривание, покраска эмалью, сушка, удаление защитного слоя с помощью лазера, химическое травление, снятие краски

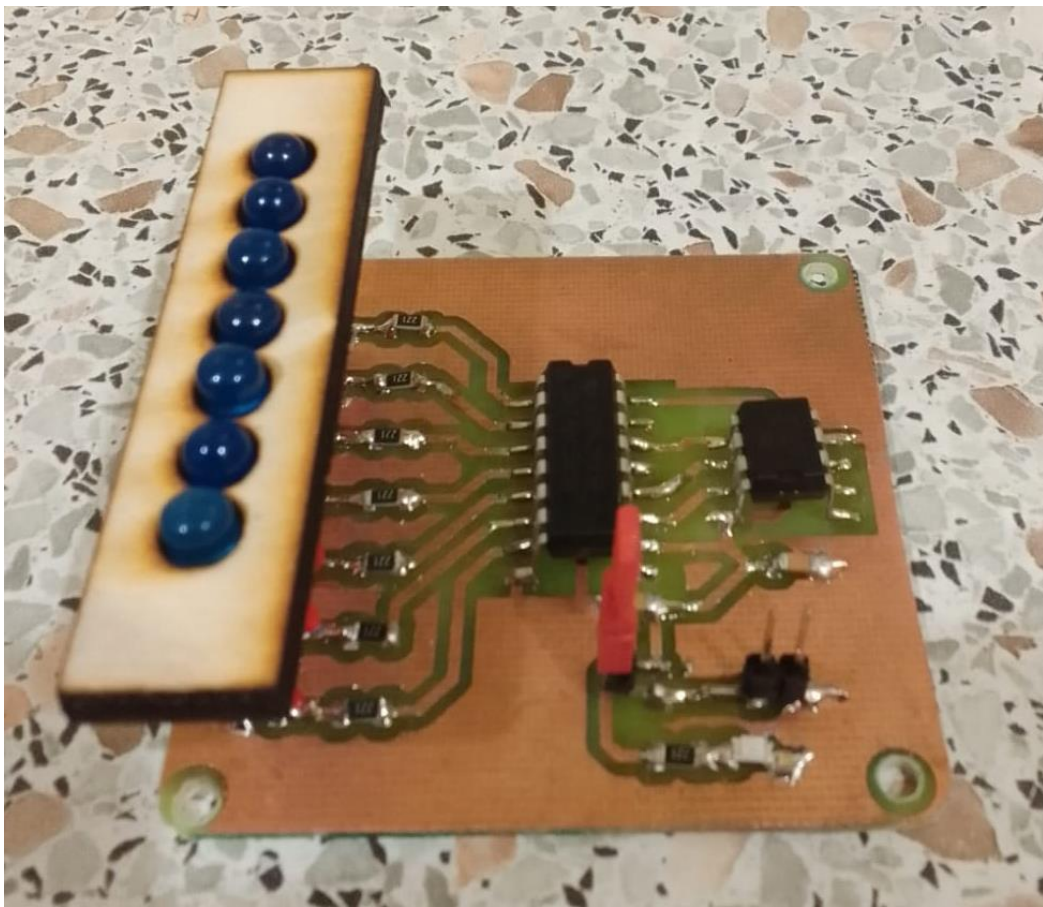


*ВИДЕО РОЛИК
ПРОЦЕССА*

ПРОТОТИПИРОВАНИЕ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

РЕЗУЛЬТАТ

Визуальная проверка, монтаж, программирование, настройка



ПРОТОТИПИРОВАНИЕ КОРПУСА

3D-ПЕЧАТЬ

Достоинства

- аналогичный корпус в соответствии с КД
- можно повторить все особенности корпуса, в том числе внутри изделия*

Недостатки

- нюансы покраски
- некоторые сложности гравировки

ЛАЗЕРНАЯ РЕЗКА

Достоинства

- скорость изготовления
- гравировка сложных изображений

Недостатки

- корпус лишь повторяет габариты по КД
- сложность создания корпусов с закруглениями
- необходимость элементов для стыковки сторон

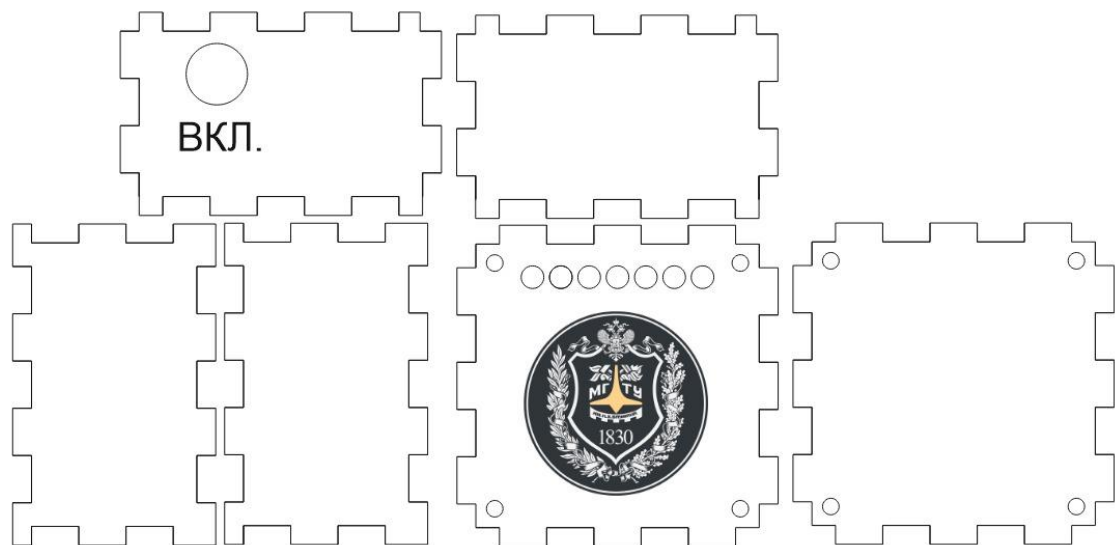


ПРОТОТИПИРОВАНИЕ КОРПУСА

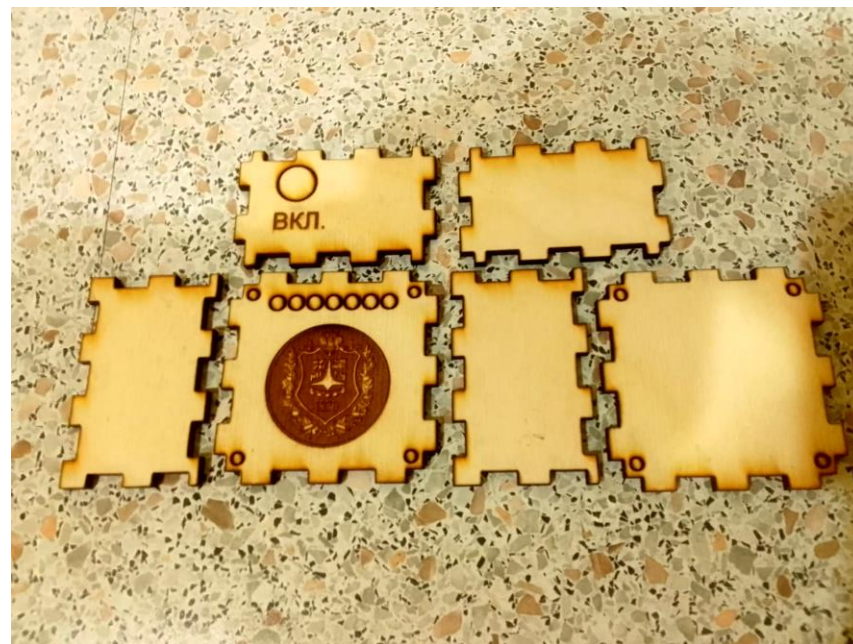
ЛАЗЕРНАЯ РЕЗКА

Проектирование лицевой и задней панелей, боковых сторон корпуса, изготовление на лазерном станке, клейка и сборка

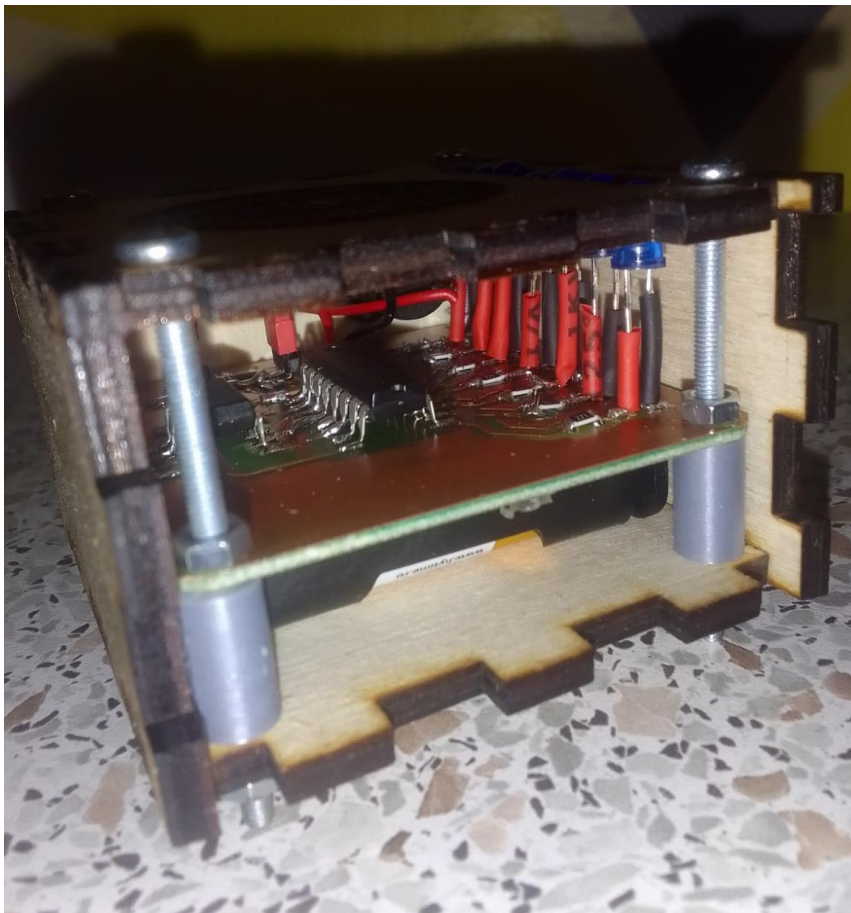
ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОРПУСА



ИЗГОТОВЛЕННЫЕ ПАНЕЛИ, СТОРОНЫ КОРПУСА



ГОТОВОЕ ИЗДЕЛИЕ



ОСОБЕННОСТИ ЛАЗЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ПРОТОТИПИРОВАНИИ ИЗДЕЛИЙ РЭА

ЛАЗЕРНАЯ ГРАВИРОВКА

УДАЛЕНИЕ ЗАЩИТНОГО РИСУНКА

Скорость станка: 2000 мм/мин

Мощность лазера: 60% (80 Вт МАХ)

Скорость изготовления ПП: 30 мин. ПП 1-2 класса точности,
размером 58x58 мм

ЛАЗЕРНАЯ РЕЗКА

РЕЗКА ФАНЕРЫ

Скорость станка: 80 мм/мин

Мощность лазера: 80%

Скорость изготовления: 30 мин., корпус 60x60x40 мм

НАНЕСЕНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ, НАДПИСЕЙ

Скорость станка: 2000 мм/мин

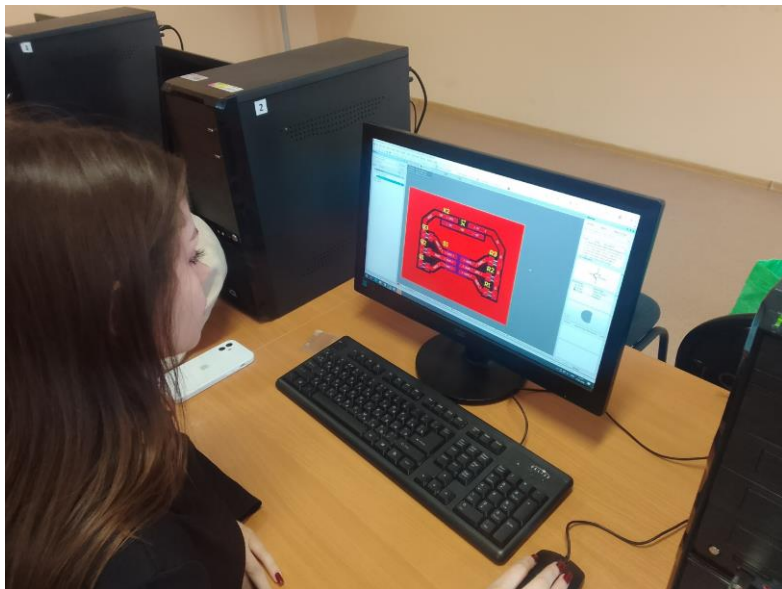
Мощность лазера: 60%

Скорость изготовления: 10 мин., изображение Ø40 мм

Скорость изготовления: 2 мин., надпись 14 пт.,
10 символов



УВЛЕКАТЕЛЬНЫЙ ТВОРЧЕСКИЙ СТУДЕНЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС



ВНЕДРЕНИЕ ГОТОВЫХ ИЗДЕЛИЙ СТУДЕНТОВ



АКТ О ВНЕДРЕНИИ

Информационно-измерительные системы «Автоматическая система наполнения резервуаров», разработанные и изготовленные Поленовым Д.Ю. и Владимировым И.Д., приняты для опытной эксплуатации на территории ЭКОфермы «Былинкино» и используются в теплицах для орошения овощных культур.

Генеральный директор
ООО «Былинкино»



Головащенко Ю.А.



Спасибо!

8-967-231-45-31,
к.т.н., доцент МФ МГТУ, Поленов Дмитрий Юрьевич

