

Руководство по выполнению ДЗ №2 по САПР

Проектирование двухсторонней печатной платы

Создано админом группы Р3331, для ВТ

3 июня 2025 г.

Содержание

1 Цель работы	2
2 Исходные данные	2
2.1 Структура задания	2
2.2 Обозначения	3
2.3 Пример варианта	3
3 Этапы выполнения	4
3.1 Пререквизиты	4
3.2 Подготовка схемы	4
3.3 Трассировка ПП	4
3.4 3. Проверка (DRC)	4
4 Пример оформления	4
4.1 Исходные данные студента	4
4.2 Визуализация цепи #1	5
5 Пример выполненных дз	6
5.1 Пример 1	6
5.2 Пример 2	8
5.3 Пример 3	9

1 Цель работы

Спроектировать двухстороннюю печатную плату (ПП) с заданными параметрами в соответствии с вариантом.

2 Исходные данные

2.1 Структура задания

- Каждому студенту выдаётся лист формата А4 с индивидуальными параметрами:
 - Количество модулей (микросхем): M (например, 19)
 - Количество цепей: K (например, 39)
 - Контакты на модуле (микросхем): N (например, 14)
 - Запрещённые выводы: заданы индивидуально (например, 7, 14 — подключены к питанию)
- Формат описания цепей:

Цель #Ki модуль/контакт, модуль/контакт, ...

Пример:

Цель #1 14/2, 1/8, 18/10, 11/8, 19/4

Простым языком - каждая такая цепь описывает соединение определённых контактов определённых модулей. В данном случае, соединяются модули (микросхемы) с номерами 14, 1, 18, 11, 19 через контакты 2, 8, 10, 8, 4.

- Стока подключения к разъёму:

На разъём: 37, 10, 7, 25, 3, 39, 22, 16, 35, 36

Представьте что это просто какой-то выходной разъём, или ещё лучше - торчащие из платы пины. Например, вот из платы торчат какие-то пины, и часть из них может использоваться для протокола jtag, другая часть ещё для чего-то и т.п. Нам это в рамках этого дз неважно.

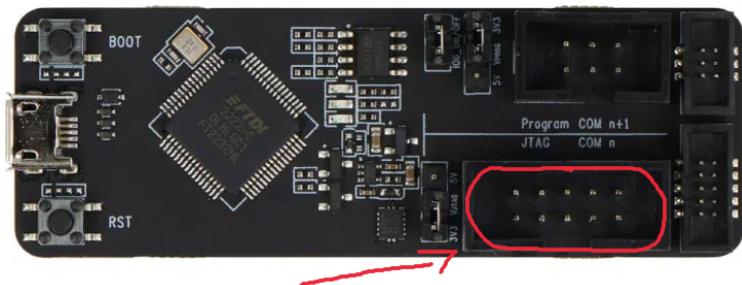


Рис. 1: Пример разъёма на плате

2.2 Обозначения

- Микросхемы: U1, U2, ..., UM (это произвольные микросхемы с N контактов)
- Разъём для внешних цепей: J2 (индекс 2 для примера. Просто надо обозначить выходной разъём)
- Запрещённые контакты: не участвуют в соединениях (gnd, vcc)

2.3 Пример варианта

32

Цепей: 39 Модулей: 19 Контактов: 14
Запрещенные выводы: 7, 14,

Модуль/Контакт	
Цепь #1	14/2, 1/8, 18/10, 11/8, 19/4
Цепь #2	18/9, 15/9, 7/3
Цепь #3	9/2, 6/13, 19/5
Цепь #4	16/6, 5/2, 5/5, 9/9, 13/6
Цепь #5	19/3, 19/6, 19/1, 16/11
Цепь #6	13/12, 5/13, 8/5, 19/13, 2/8
Цепь #7	3/3, 3/12, 13/2, 10/8, 5/12
Цепь #8	13/5, 13/1, 7/6, 2/10, 18/5
Цепь #9	17/5, 19/2, 15/2, 18/3, 6/2
Цепь #10	19/9, 17/6, 4/5, 2/1, 6/10
Цепь #11	10/4, 19/10, 5/11
Цепь #12	19/8, 19/11, 18/13, 19/12
Цепь #13	8/3, 12/6, 17/10, 14/5
Цепь #14	9/6, 11/2, 8/13
Цепь #15	11/9, 12/3, 7/9, 18/8
Цепь #16	18/6, 9/12, 17/4, 13/10
Цепь #17	18/2, 14/11, 15/13, 16/13, 3/2
Цепь #18	7/10, 15/3, 4/2
Цепь #19	4/13, 14/12, 13/3, 12/4
Цепь #20	17/12, 18/1, 8/2, 17/8, 7/5
Цепь #21	11/11, 18/11, 11/6, 3/6
Цепь #22	6/8, 18/4, 1/5, 3/1, 16/1
Цепь #23	18/12, 15/11, 7/4, 8/9, 4/3
Цепь #24	14/10, 14/6, 17/2
Цепь #25	3/8, 12/8, 16/8, 15/4
Цепь #26	16/10, 9/4, 11/5, 4/1
Цепь #27	17/3, 5/6, 8/12, 12/1, 11/12
Цепь #28	1/4, 17/9, 5/10
Цепь #29	8/8, 16/12, 14/9, 11/1, 15/1
Цепь #30	15/6, 12/2, 3/4
Цепь #31	15/12, 4/4, 15/10
Цепь #32	17/13, 9/10, 6/5, 15/8, 15/5
Цепь #33	11/13, 11/3, 17/1, 5/4, 5/8
Цепь #34	1/6, 2/4, 3/11, 4/12, 1/13
Цепь #35	2/3, 3/5, 7/8, 16/3, 16/5
Цепь #36	8/4, 12/11, 17/11
Цепь #37	6/12, 2/11, 4/8
Цепь #38	11/4, 1/9, 16/9, 7/1, 6/9
Цепь #39	14/8, 13/13, 2/12, 16/2, 16/4

На Разъем: 37, 10, 7, 25, 3, 39, 22, 16, 35, 36

Рис. 2: Мой варик - 32й

3 Этапы выполнения

3.1 Пререквизиты

Я сделал шаблон (`hw2_template`), взять его можно в [репозитории](#)

3.2 Подготовка схемы

1. Разместить 14-контактные микросхемы (например, DIP-14) на плате
2. Разместить разъём J2 (например, формата JST) на выделенное количество цепей + питание (VCC), земля (GND)
3. Создать схему соединений на основе списка цепей.
4. Отметить запрещённые контакты (например, 7 и 14) как подключённые к шинам питания.
5. Цепи, указанные в строке «На разъём», вывести на контакты J2.

3.3 Трассировка ПП

- Использовать двухстороннюю компоновку.
- Минимизировать пересечения дорожек.
- Учесть требования к ширине проводников и зазорам (выберите фиксированную сетку, не мельчите и норм).

3.4 3. Проверка (DRC)

Выполнить Design Rule Check в выбранном ПО (например, KiCad, Altium):

- Отсутствие коротких замыканий.
- Корректность подключения цепей к разъёму.
- Изоляция запрещённых контактов.

4 Пример оформления

4.1 Исходные данные студента

- M = 19 модулей (U1–U19)
- N = 14 контактов на модуле
- Запрещённые контакты: 7, 14
- Цепи: 39 (примеры см. в разделе 2.1)
- На разъём: цепи 37, 10, 7, 25, 3, 39, 22, 16, 35, 36

4.2 Визуализация цепи #1

Цепь #1: U14/2 - U1/8 - U18/10 - U11/8 - U19/4

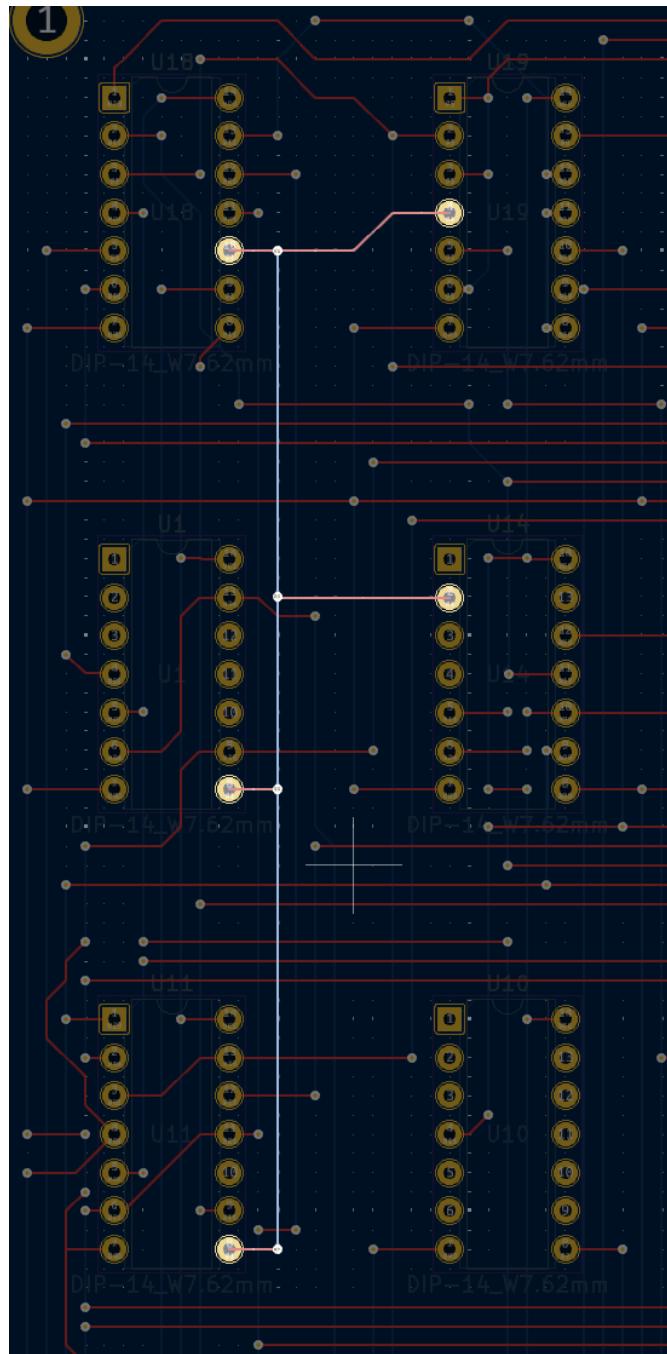


Рис. 3: Пример трассировки цепи

P.S. Совет: Создавайте так называемые **net** при проектировании **pcb** в KiCad. Таким образом вы сильно упростите себе жизнь (он будет подсказывать какие дорожки не заняты, подписывать каждое соединение своим номером, автоматически трассировать между ними путь и т.п.)

5 Пример выполненных дз

5.1 Пример 1

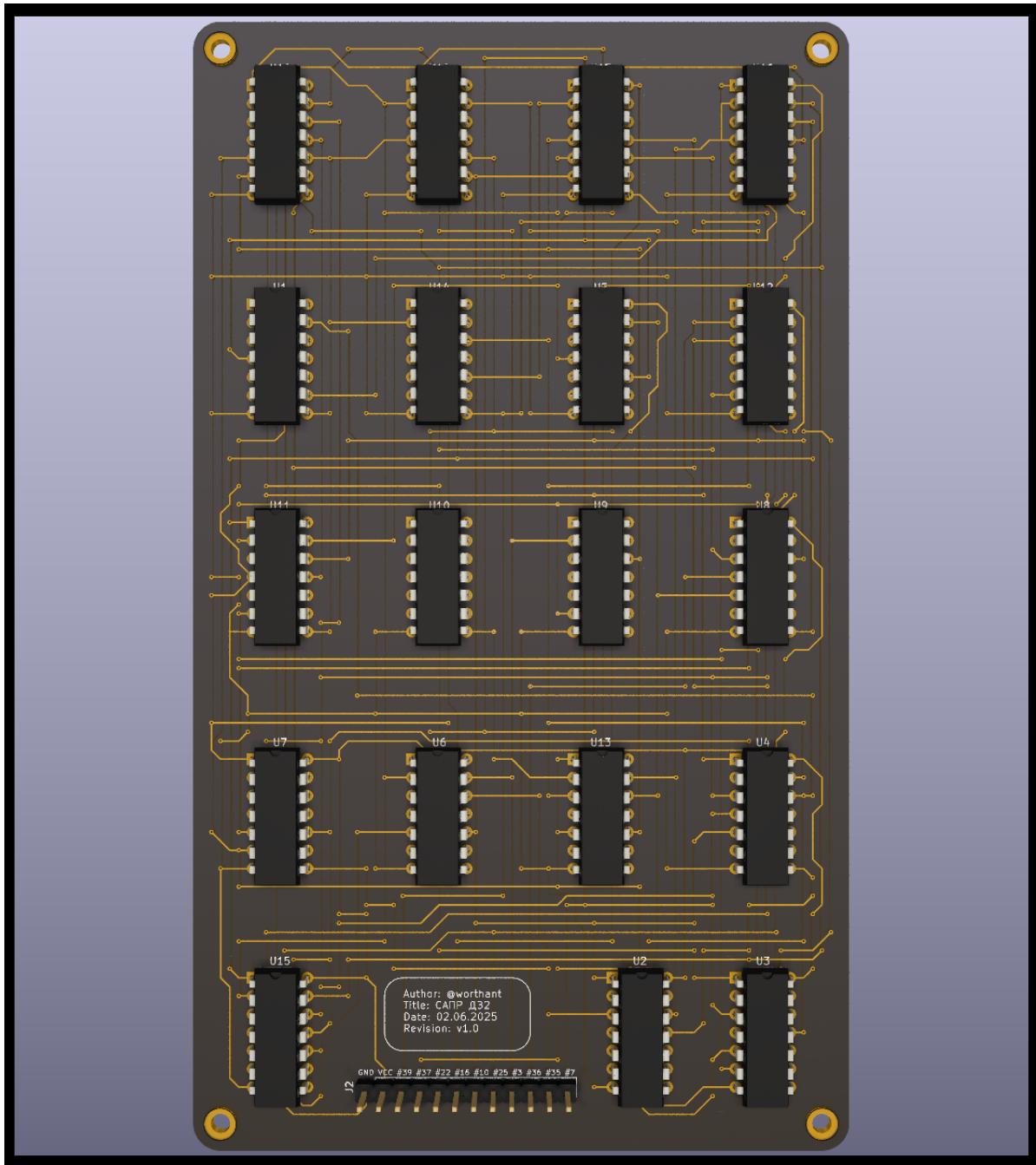


Рис. 4: Моя домашка, выполненная в KiCad 8

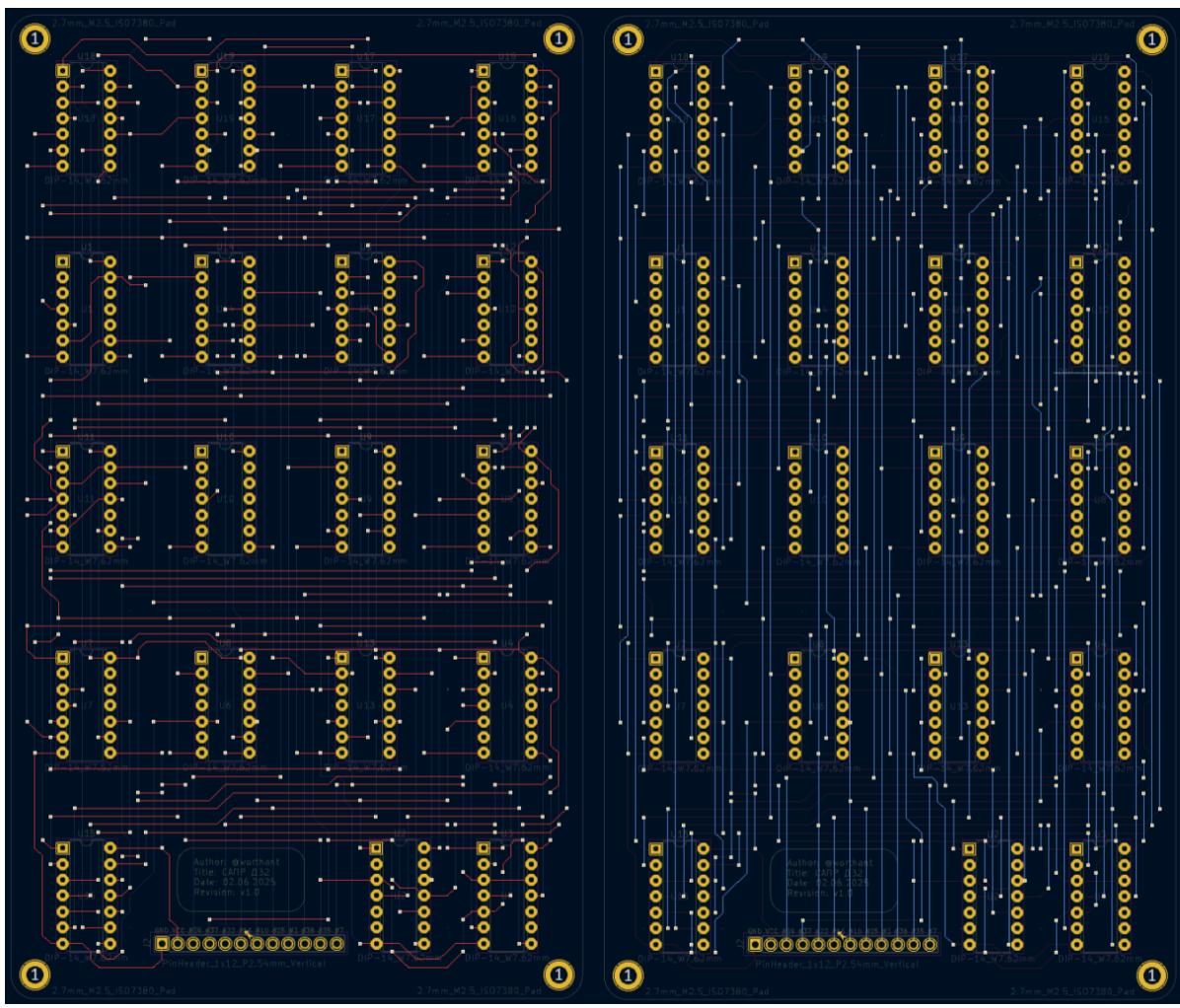


Рис. 5: Моя домашка, выполненная в KiCad 8

5.2 Пример 2

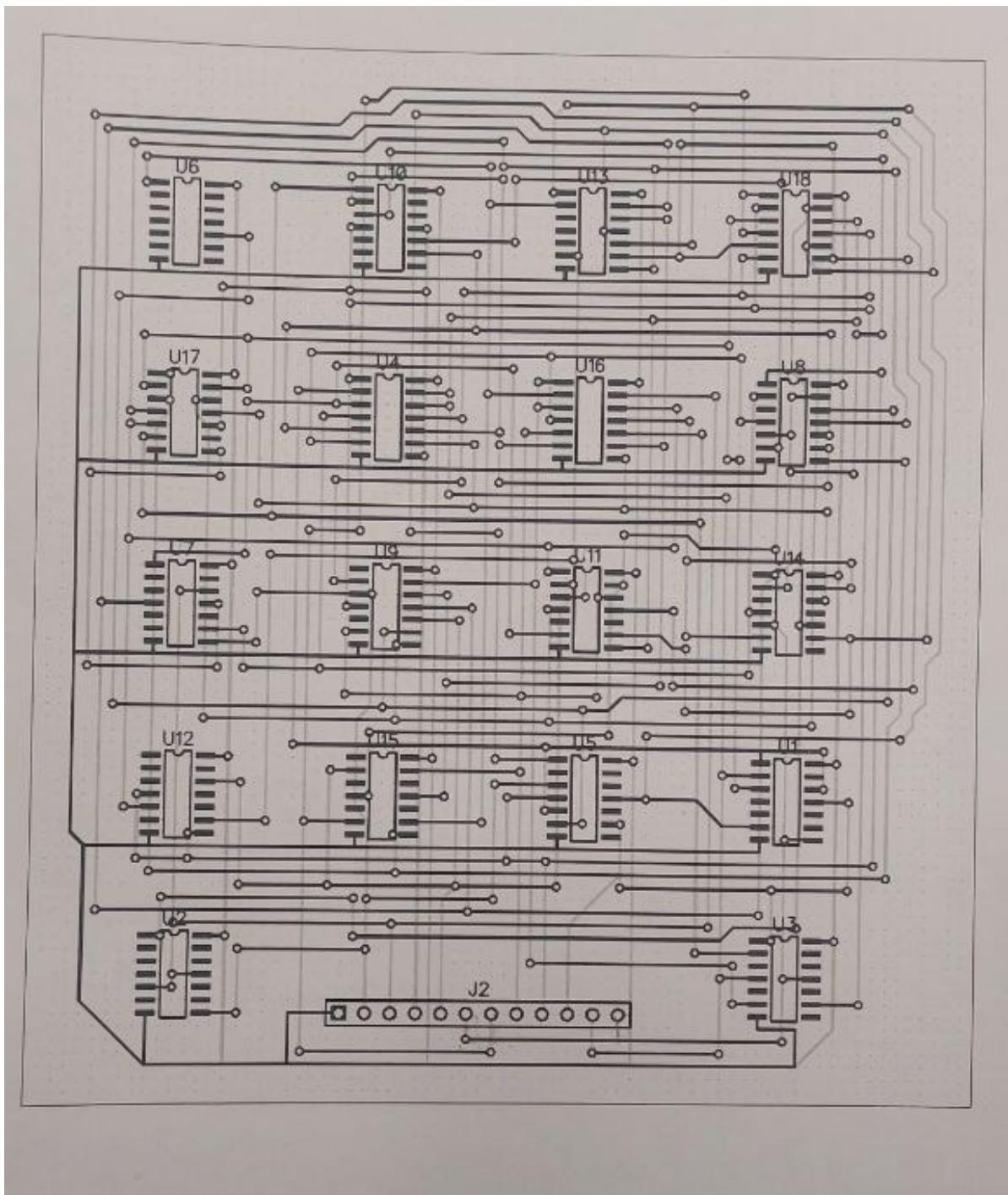


Рис. 6: Есть только одна сторона. Догадаться об обратной можно по серым соединениям.

5.3 Пример 3

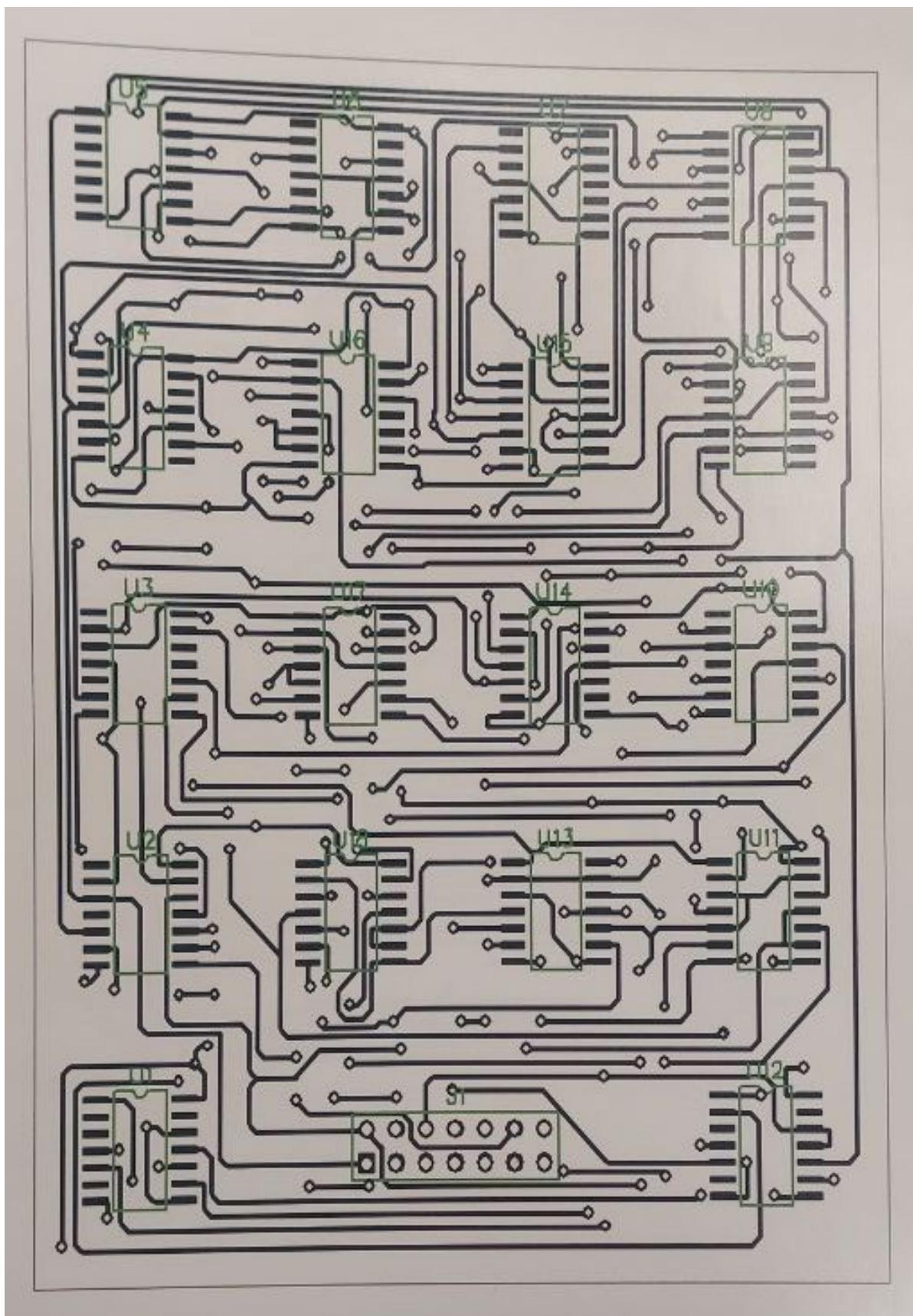


Рис. 7: Лицевая сторона

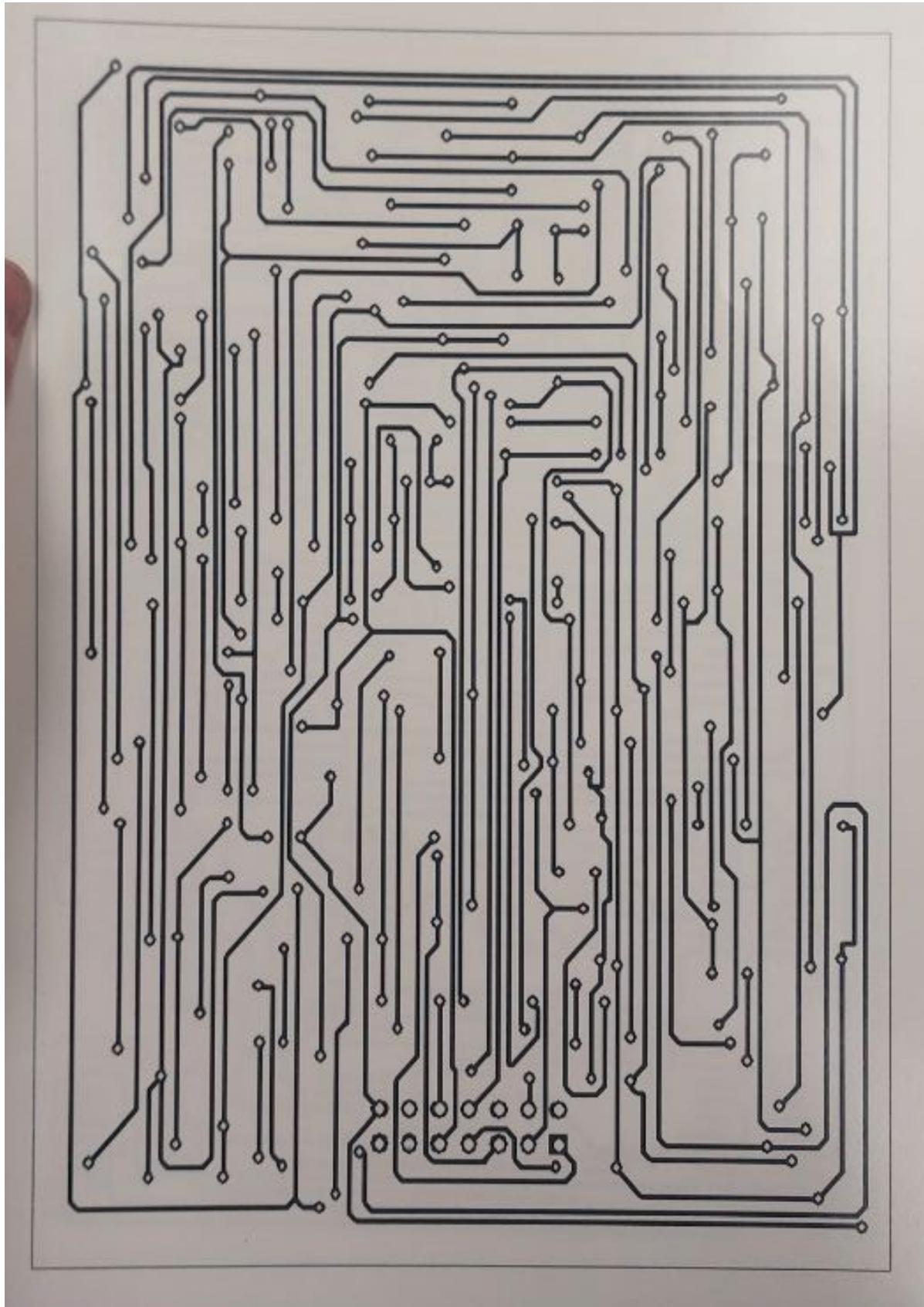


Рис. 8: Обратная сторона