**АННОТАЦИЯ**

В рамках данной курсовой работы был разработан комплект технологической документации для устройства «УМЗЧ на биполярных транзисторах» для серийного производства, соответствующий результатам анализа конструкторской документации и сборочного состава устройства, расчета технологичности конструкции, расчета и анализа такта выпуска и конструкция оснастки для многофункционального подключения к выводам печатной платы.

Ключевые слова: усилитель мощности, печатная плата, аудиоустройство, маршрутная карта, производство.

**ABSTRACT**

In this course work, a set of technological documentation for the device "Audio power amplifier with bipolar transistors" for serial production was developed, corresponding to the results of the analysis of the design documentation and assembly composition of the device, calculation of the manufacturability of the design, calculation and analysis of the release cycle and the design of equipment for multifunctional connection to the terminals of the printed circuit board.

Keywords: power amplifier, printed circuit board, audio device, route map, production.

**СОДЕРЖАНИЕ**

[**ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ\ 4**](#_Toc184511852)

[**Введение 5**](#_Toc184511853)

[**1 разработка технологической документации для производства устройства «УМЗЧ НА БИПОЛЯРНЫХ ТРАНЗИТСОРАХ» 6**](#_Toc184511854)

[**1.1 Анализ технологической документации 6**](#_Toc184511855)

[**1.2 Анализ компонентной базы 13**](#_Toc184511856)

[**1.3 Разработка корпуса 15**](#_Toc184511857)

[**1.4 Разработка схем сборки 19**](#_Toc184511859)

[**1.5 Разработка маршрута сборки 21**](#_Toc184511860)

[**1.6 Расчёт коэффициента технологичности 26**](#_Toc184511861)

[**1.7 Расчёт и анализ такта выпуска 29**](#_Toc184511862)

[**1.8 Разработка электронной модели устройства 30**](#_Toc184511863)

[**Выводы 32**](#_Toc184511866)

[**2 РАЗРАБОТКА И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОСНАСТКИ 33**](#_Toc184511867)

[**2.1 Разработка и проектирование электронной модели оснастки 33**](#_Toc184511868)

[**2.2 Этапы сборки оснастки 35**](#_Toc184511876)

[**2.3 Конструкторский расчёт оснастки 39**](#_Toc184511879)

[**Выводы 40**](#_Toc184511880)

[**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ 42**](#_Toc184511881)

# ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ\

|  |  |
| --- | --- |
| ГОСТ | – государственный стандарт, |
| ЕСКД | – единая система конструкторской документации, |
| ЕСТД | – единая система технологической документации, |
| КД | – конструкторская документация, |
| КМО | – компонент, монтируемый в отверстия, |
| КМП | – компонент, монтируемый на поверхность, |
| МК | – маршрутная карта, |
| НЧ | – низкая частота, |
| ОКР | – опытно-конструкторская работа, |
| ОП | – опытное производство, |
| ПК | – персональный компьютер, |
| ПО | – программное обеспечение, |
| РЭС | – радиоэлектронные средства, |
| САПР | – система автоматизированного проектирования, |
| СВЧ | – сверхвысокая частота, |
| СМК | – система менеджмента качества, |
| ТБ | – техническое бюро, |
| ТД | – технологическая документация, |
| ТЗ | – техническое задание, |
| ТНК | – технико-нормировочная карта, |
| ТУ | – технические условия, |
| УМЗЧ | – усилитель мощности звуковых частот. |

# Введение

Целью курсовой работы является разработка технологического процесса сборки и монтажа устройства «УМЗЧ на биполярных транзисторах» и оснастки для выполнения технологической операции.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

- произведен Анализ ТЗ,

- проведен конструкторско-технологический анализ КД,

- проведен расчет и анализ технологичности электронного изделия,

- разработаны схемы сборки для серийного производства (для заданной программы выпуска), на основе которой был разработан маршрутный ТП,

- разработан технологической процесс сборки и монтажа устройства для серийного производства.

Для решения поставленных задач использовался системный подход; методы анализа и синтеза; метод сборки электронных средств с базовой деталью; методы табулирования и формулярной визуализации данных; проектирование технологического процесса сборки и монтажа на основе синтеза типовых операций; комплектование технологической документации типовыми технологическими операциями; проектирование оснастки с использованием САПР.

# 1 разработка технологической документации для производства устройства «УМЗЧ НА БИПОЛЯРНЫХ ТРАНЗИТСОРАХ»

# 1.1 Анализ технологической документации

Схема электрическая принципиальная (Э3) устройства была разработана согласно ГОСТ 2.701-2008 и ГОСТ 2.702-2011 на основе полученного на предприятии комплекта документации выданной на предприятии схемы (Э1) (рисунок 3.1). Разработанная схема электрическая принципиальная (Э3) представлена на рисунке 8. и на чертеже ИУ4.11.03.03.21.73.14.001 Э3. В качестве среды разработки была выбрана САПР «Altium Designer».

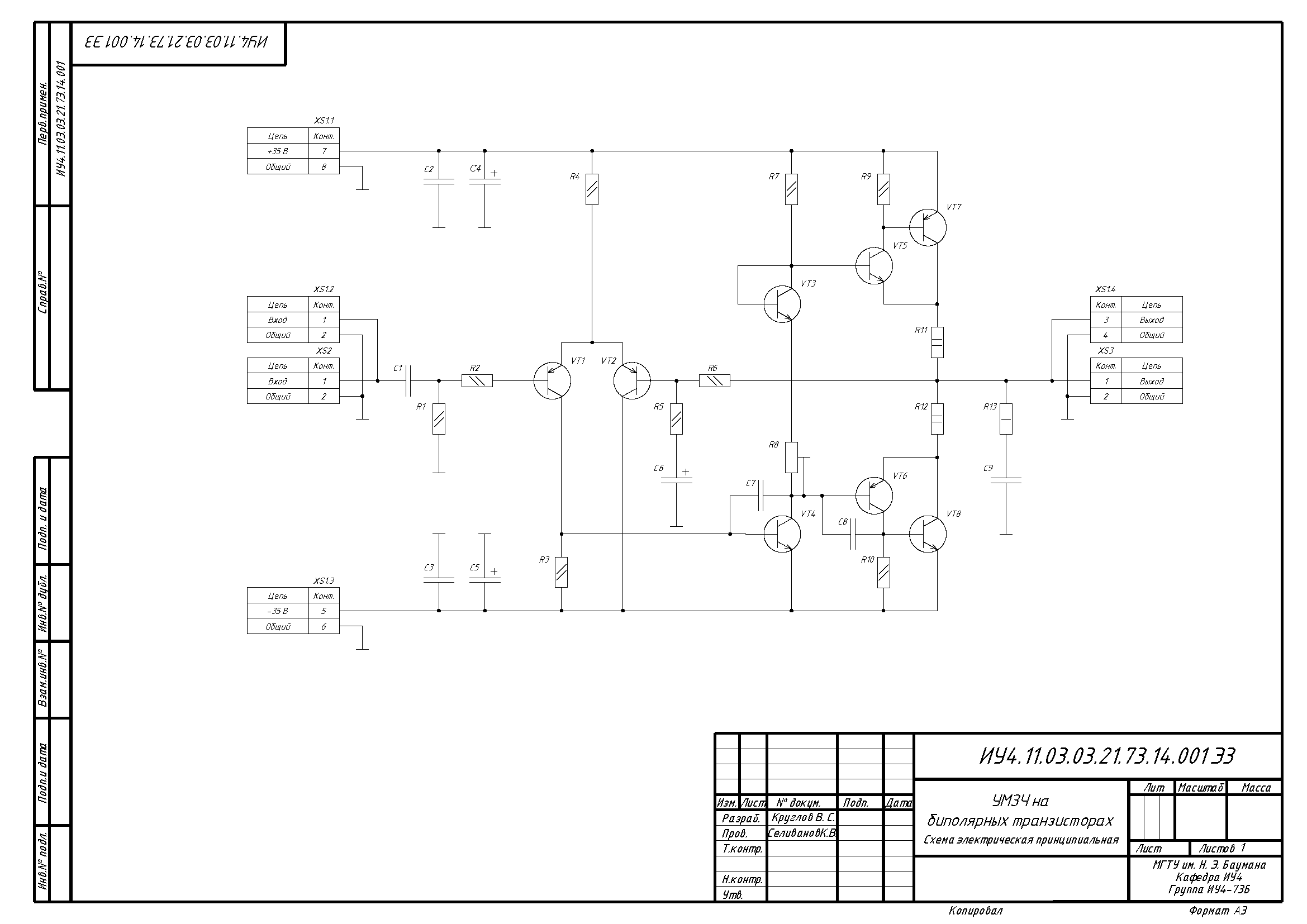


Рисунок 1.1 – Схема электрическая принципиальная УМЗЧ

После выбора элементной базы был составлен перечень элементов схемы (ПЭ3) согласно ГОСТ 2.701-2008. Перечень элементов ПЭ3) представлен на рисунках 1.2,1.3, а также документом ИУ4.11.03.03.21.73.14.001 ПЭ.

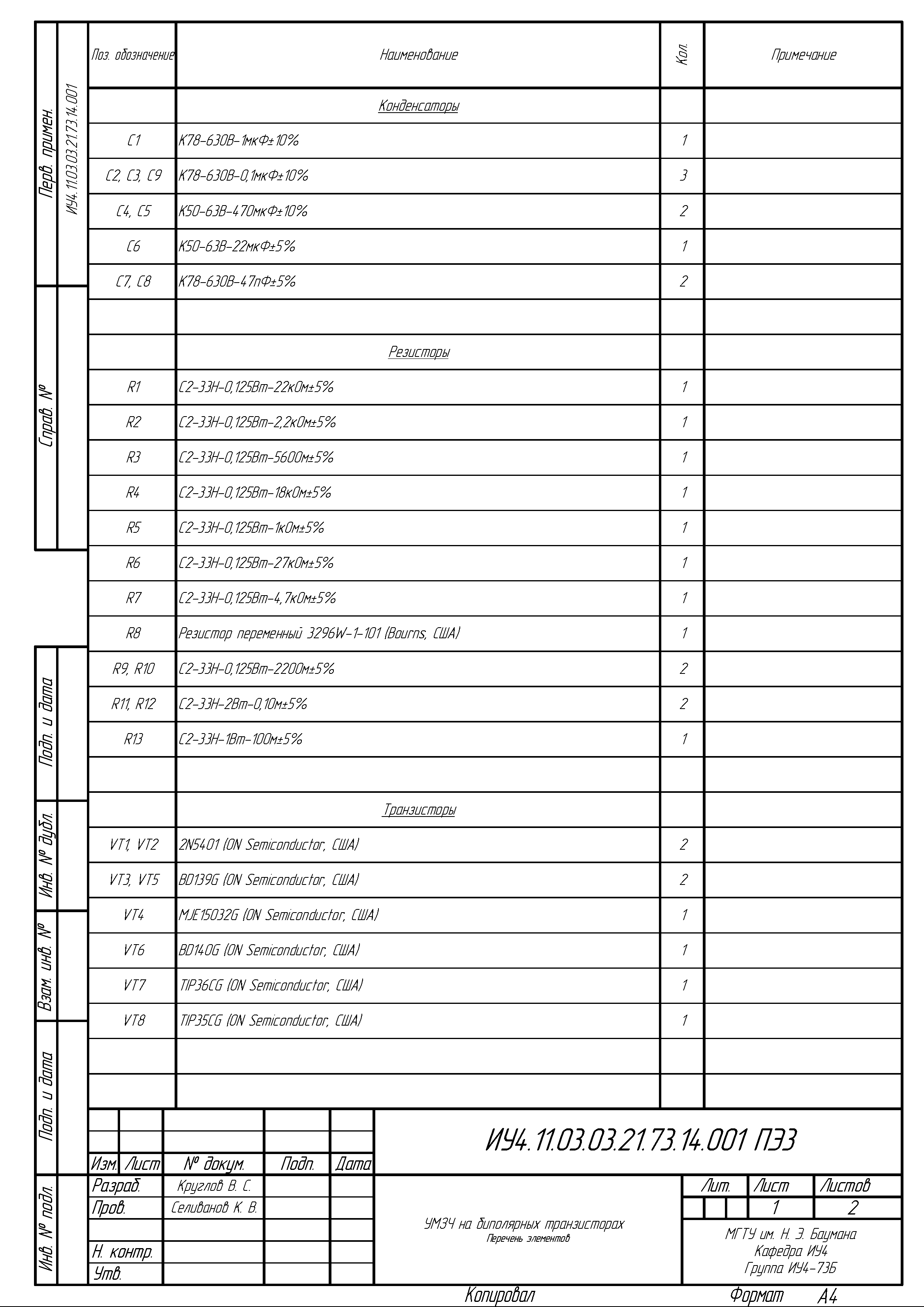


Рисунок 1.2– Перечень элементов УМЗЧ, первая страница

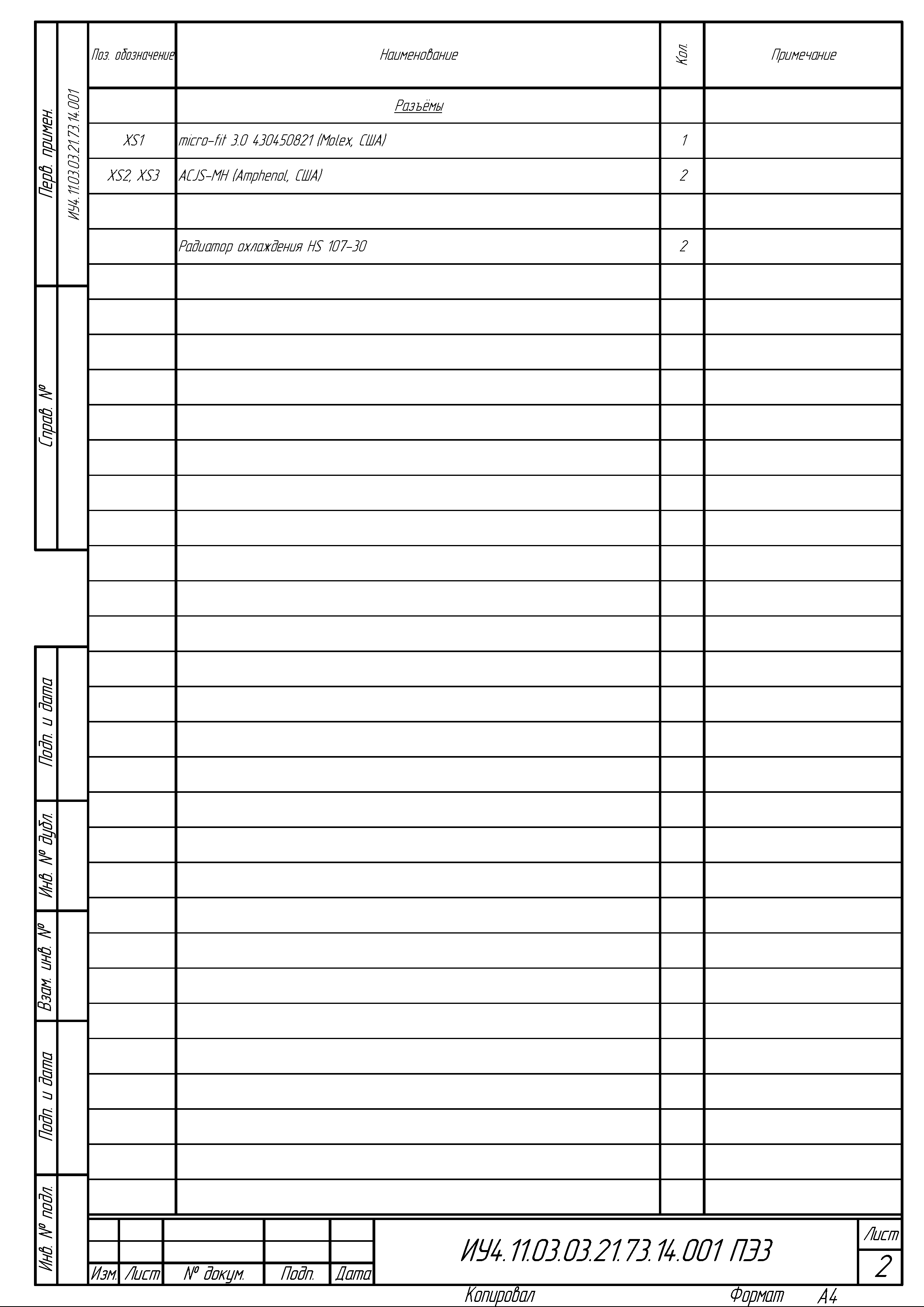


Рисунок 1.3 – Перечень элементов УМЗЧ, последняя страница

Исходя из принципиальной схемы, представленной на рис. 8 была выполнена трассировка печатной платы и создана 3Д модель. В качестве среды разработки был выбран САПР «Altium Designer 24». После трассировки был разработан чертеж ПП, который представлен на рисунке 1.4, а также чертеже ИУ4.11.03.03.21.73.14.002.

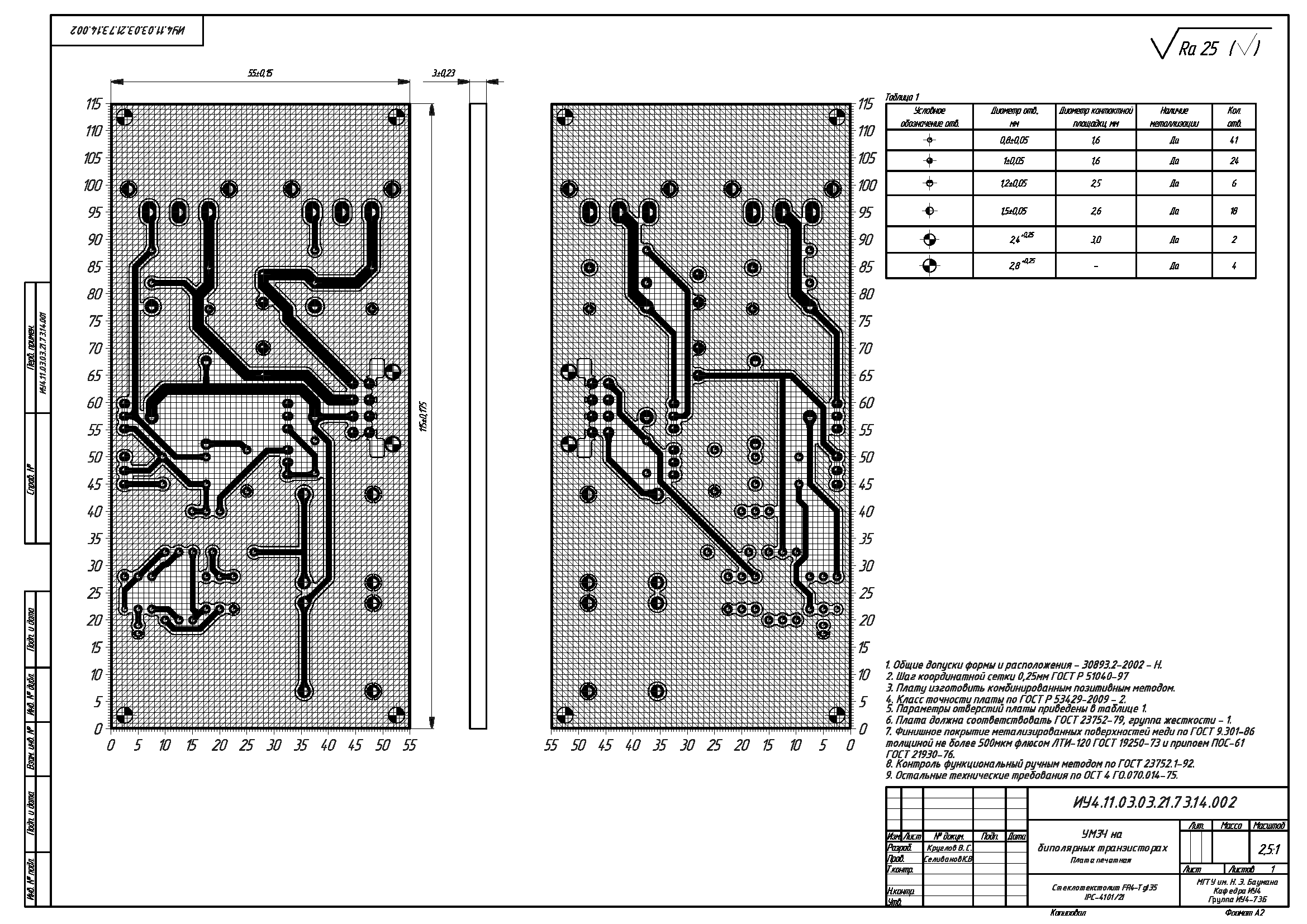


Рисунок 1.4 –Плата печатная УМЗЧ

На основе топологии печатной платы был разработан сборочный чертеж электронной ячейки. На нем указана информация, необходимая для сборки платы. На рисунке 1.5, а также чертеже ИУ4.11.03.03.21.73.14.001 СБ, представлен сборочный чертёж, где показано расположение всех элементов на устройстве, а также их обозначение в соответствии с принципиальной схемой (рисунок 8).

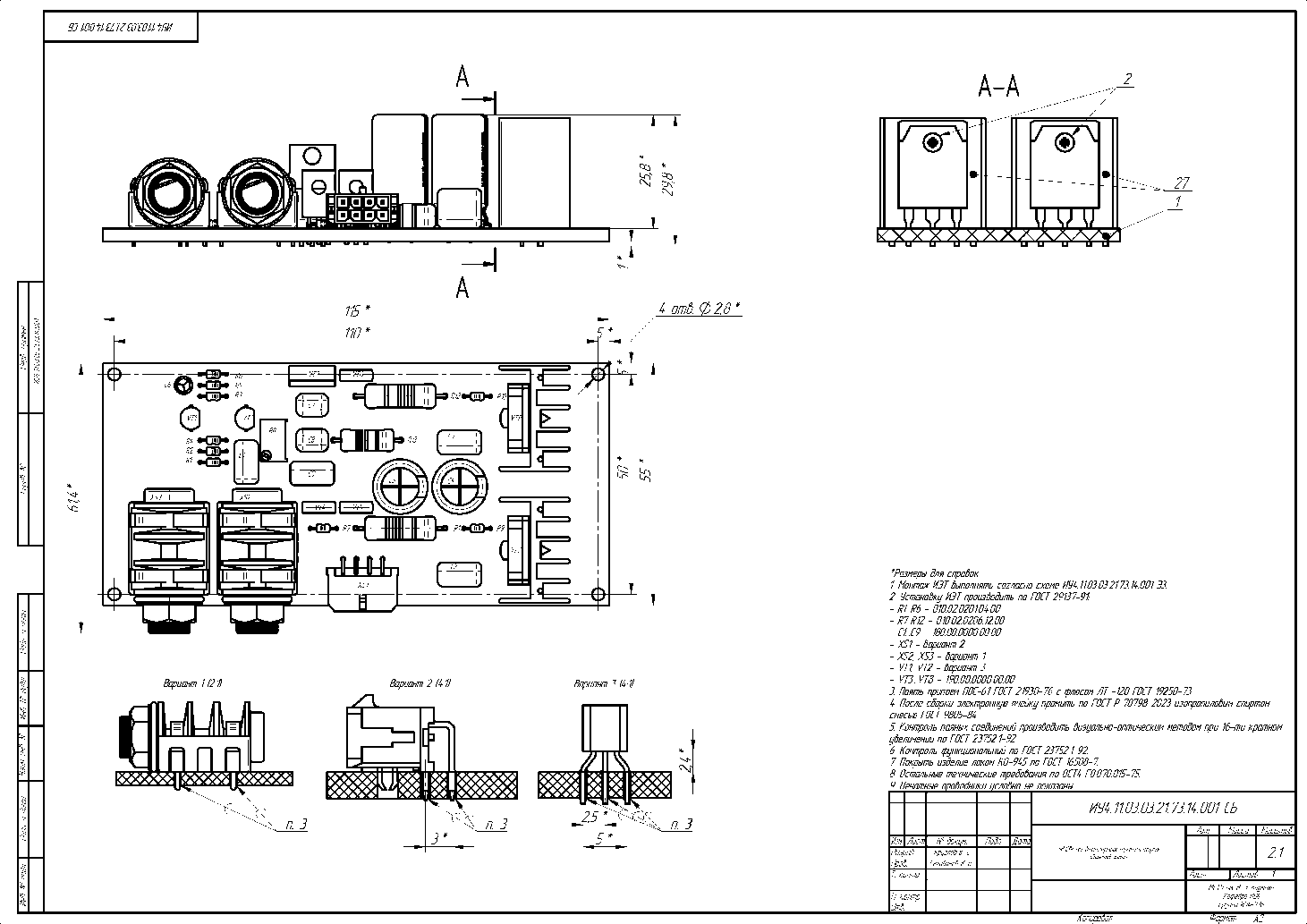
Габариты электронной ячейки и печатной платы подобраны специально под корпус G1098 компании Gainta, что позволяет не производить корпус самостоятельно, а покупать их, дополнительно просверлив необходимые отверстия под разъёмы и вентиляцию.

Рисунок 1.5 – Сборочный чертёж электронной ячейки УМЗЧ

Спецификация – основной документ работы. В спецификацию вносят составные части, входящие в специфицируемое изделие, а также конструкторские документы, относящиеся к этому изделию и к его неспецифицируемым составным частям.

Для крепления наиболее нагревающихся транзисторов к радиаторам используются самонарезающие винты по металлу.

Страницы СП представлены на рисунках 1.6, 1.7 и непосредственно в самом документе спецификации ИУ4.11.03.03.21.73.14.001.

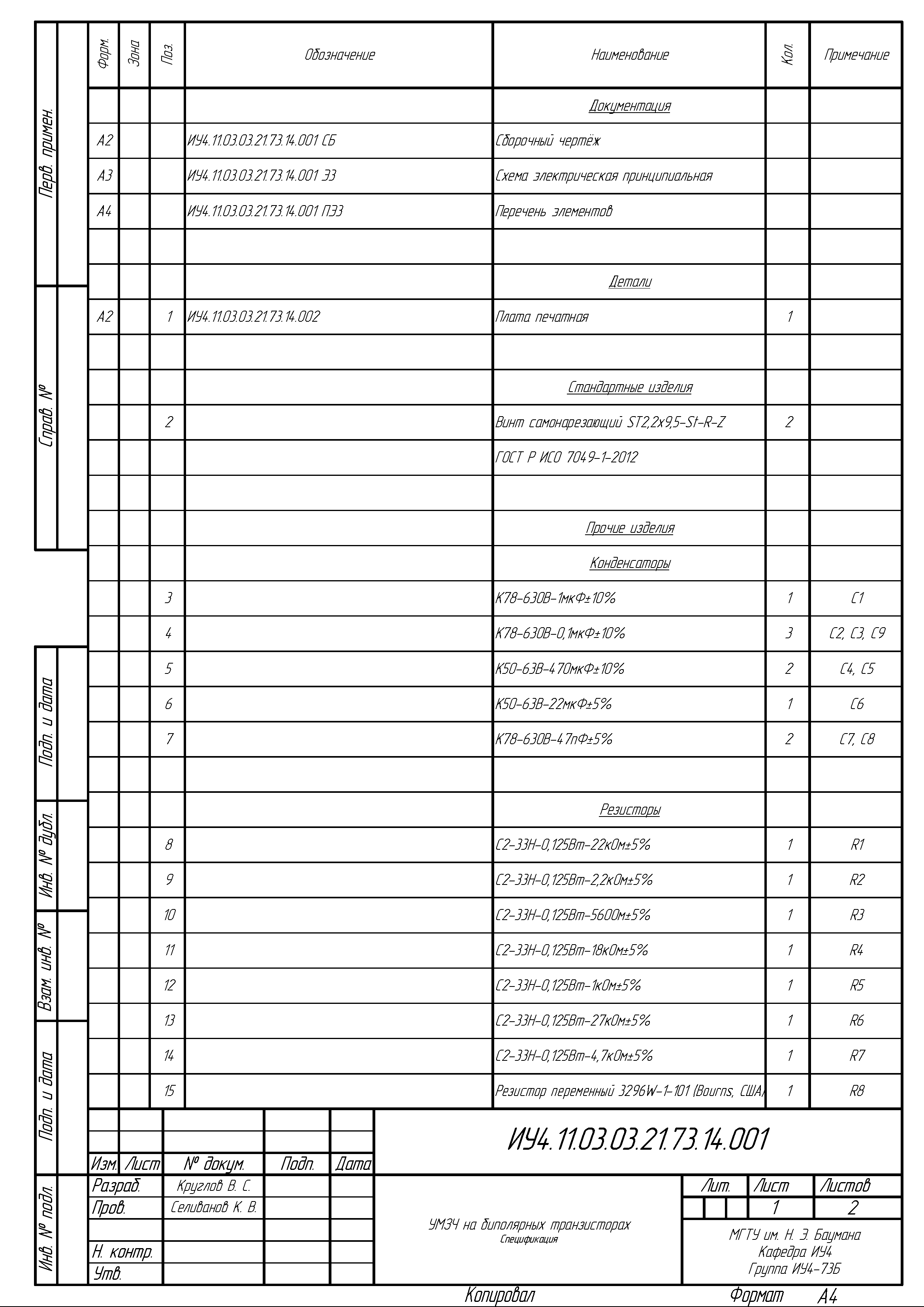


Рисунок 1.6 – Спецификация УМЗЧ, первая страница

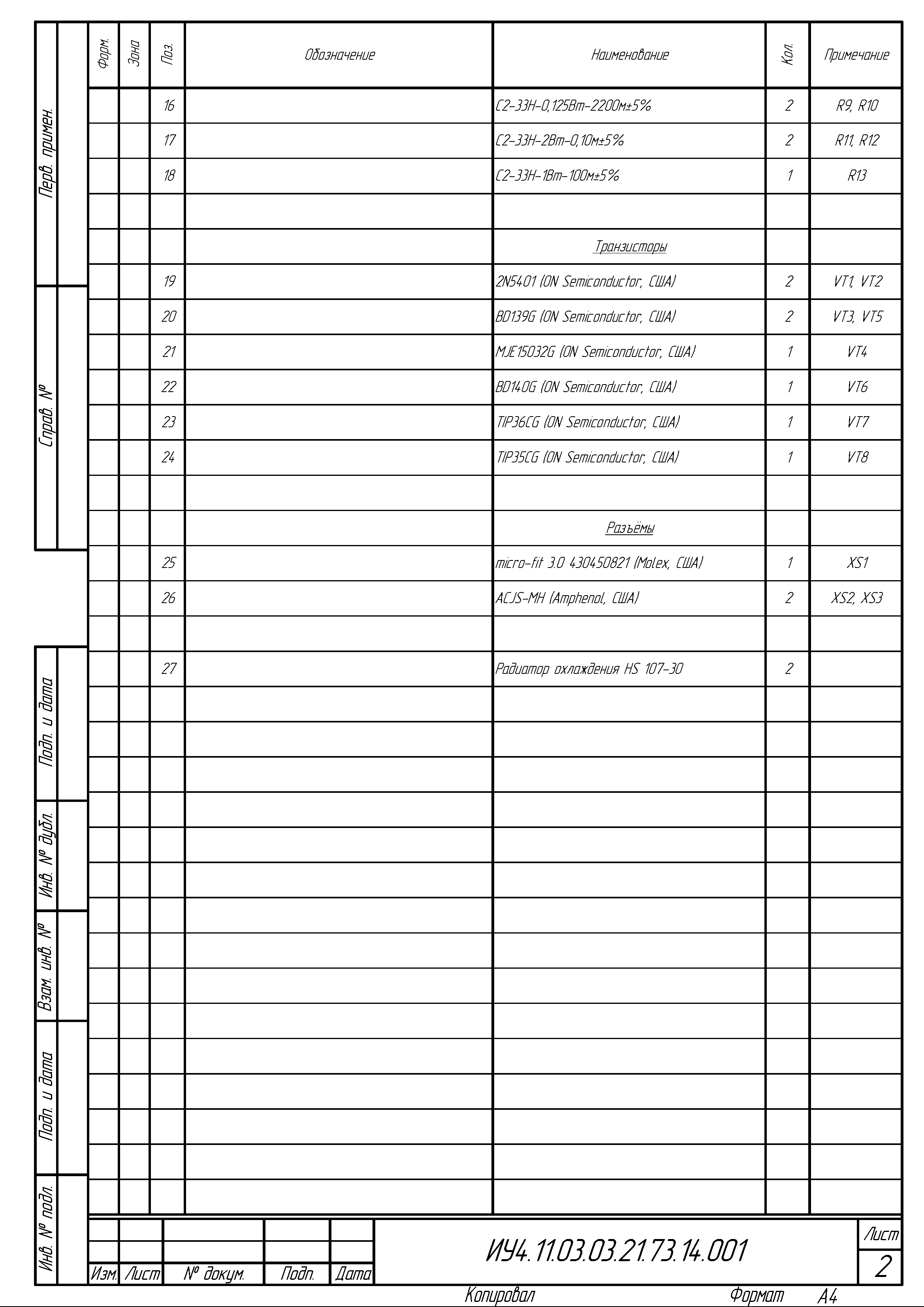


Рисунок 1.7 – Спецификация УМЗЧ, последняя страница

# 1.2 Анализ компонентной базы

Анализ сборочного состава электронной ячейки изделия «УМЗЧ на биполярных транзисторах»: все элементы КМО. Варианты установки компонентов для серийного производства представлены в Таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Спецификация сборочного состава

| **№**  **п/п** | **Наименование** | **Вид элемента** | **Эскиз варианта установки** | **Характеристика варианта установки** | **Примечания** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | Конденсатор плёночный,  C1, C4..C8,  6 шт. | MPMEF250W10J0I200, AC Пленочный Конденсатор, Metallized PET, Радиальный, 1  мкФ, ± 5%, DC Link, Сквозное Отверстие, Multicomp | купить в розницу и оптом |  | Установка без зазора, фиксация подпайкой вывода |  |
| 2 | Конденсатор электролит-й,  C4, C5,  2 шт. | Конденсатор электролитический ECAP 220/400V 2240 / EWH2GM221O40OT Aishi  купить |  | Установка без зазора, фиксация подпайкой вывода |  |
| 3 | Резистор тонкопленочный,  R1..R7, R9..R13,  12 шт. | Резистор 100R - 2Wt |  | Предварительная формовка выводов. Установка без зазора, фиксация подгибкой выводов |  |
| 4 | Резистор переменный,  R8,  1 шт. | 3266W-1-100LF, 10 Ом, Резистор подстроечный, Bourns | купить в розницу и  оптом |  | Установка без зазора, фиксация подпайкой вывода |  |
| 5 | Транзистор биполярный,  VT1, VT2,  2 шт. | 2N5401, DC Components | купить в розницу и оптом |  | Предварительная формовка выводов. Установка с зазором, фиксация пружинением выводов | Зазор обеспечивается формовкой выводов |
| 6 | Транзистор биполярный,  VT3, VT5..VT8,  5 шт. | ON SEMICONDUCTOR - BD139G - Bipolar (BJT) Single Transistor NPN 1.25 W 40  hFE 80 V 1.5 A General Purpose-6pack |  | Установка без зазора, фиксация подпайкой вывода |  |
| 7 | Транзистор биполярный,  VT4,  1 шт. | BTS141 TO-220-3 Микросхема купить на OZON по низкой цене (518400185) |  | Установка без зазора, фиксация подпайкой вывода |  |
| 8 | Разъём micro-fit 3.0,  XS1,  1 шт. | Разъем типа провод-плата, 3 мм, 8 контакт(-ов), Штыревой Разъем, Серия Micro -Fit 3. 0 MOLEX 0430450800 купить по цене 80 ₽ в Москве на PromPortal.Su  (ID#49120418) |  | Установка без зазора, фиксация подпайкой вывода |  |
| 9 | Разъём ACJS-MH  XS2, XS3  2 шт. | Amphenol ACJS-MH, Jack, Панельный, 1/4” (6.35ммø) PHONE панельное гнездо,  горизонтальная установка в ПП, |  | Установка без зазора, фиксация подпайкой вывода |  |
| 10 | Радиатор охлаждения  HS 107-30  2шт. | HS 107-30, Радиатор 30х32х17 мм, 13 дюйм*градус/Вт |  | Установка без зазора, фиксация подпайкой вывода |  |

В пластмассовое основание корпуса устанавливается электронная ячейка с помощью четырех винтов Винты M2,5x6-4,8-H, которые вкручиваются в образованные из пластмассы втулки в основании корпуса, его донной части. После установки ячейки основание корпуса закрывается крышкой. Эскизы сборки устройства представлены в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Способы сборки деталей корпуса

| **№**  **п/п** | **Наименование операции** | **Эскиз варианта установки** | **Характеристика варианта установки** |
| --- | --- | --- | --- |
| 11 | Установка ячейки на бобышки в основании корпуса. |  | После установки закрепить винтами. |
| 22 | Установка крышки на основание корпуса. |  | После установки закрепить винтами. |

Крышка крепится к основанию корпуса с помощью четырех винтов M2,5x20-4,8-H, которые вкручиваются в отверстия в основании корпуса.

# 1.3 Разработка корпуса

Согласно габаритам электронной ячейки и документации распространённого дешёвого корпуса G1098 компании Gainta разработан комплект документации под корпус электронной ячейки, включающий в себя чертежи крышки корпуса (рис. 1.8, чертёж ИУ4.11.03.03.21.73.14.004), основание корпуса (рис. 1.9, чертёж ИУ4.11.03.03.21.73.14.005), сборочный чертёж корпуса (рис. 1.10, чертёж ИУ4.11.03.03.21.73.14.003 СБ) и спецификацию на корпус (рис. 18, документ ИУ4.11.03.03.21.73.14.003)

Основные габариты корпуса соответствуют корпусу G1098 компании Gainta, что позволяет закупать их корпуса вместо производства собственных дополнительно просверлив необходимые отверстия под разъёмы и вентиляцию.

Основание корпуса с крышкой крепятся 4 винтами с потайными головками.

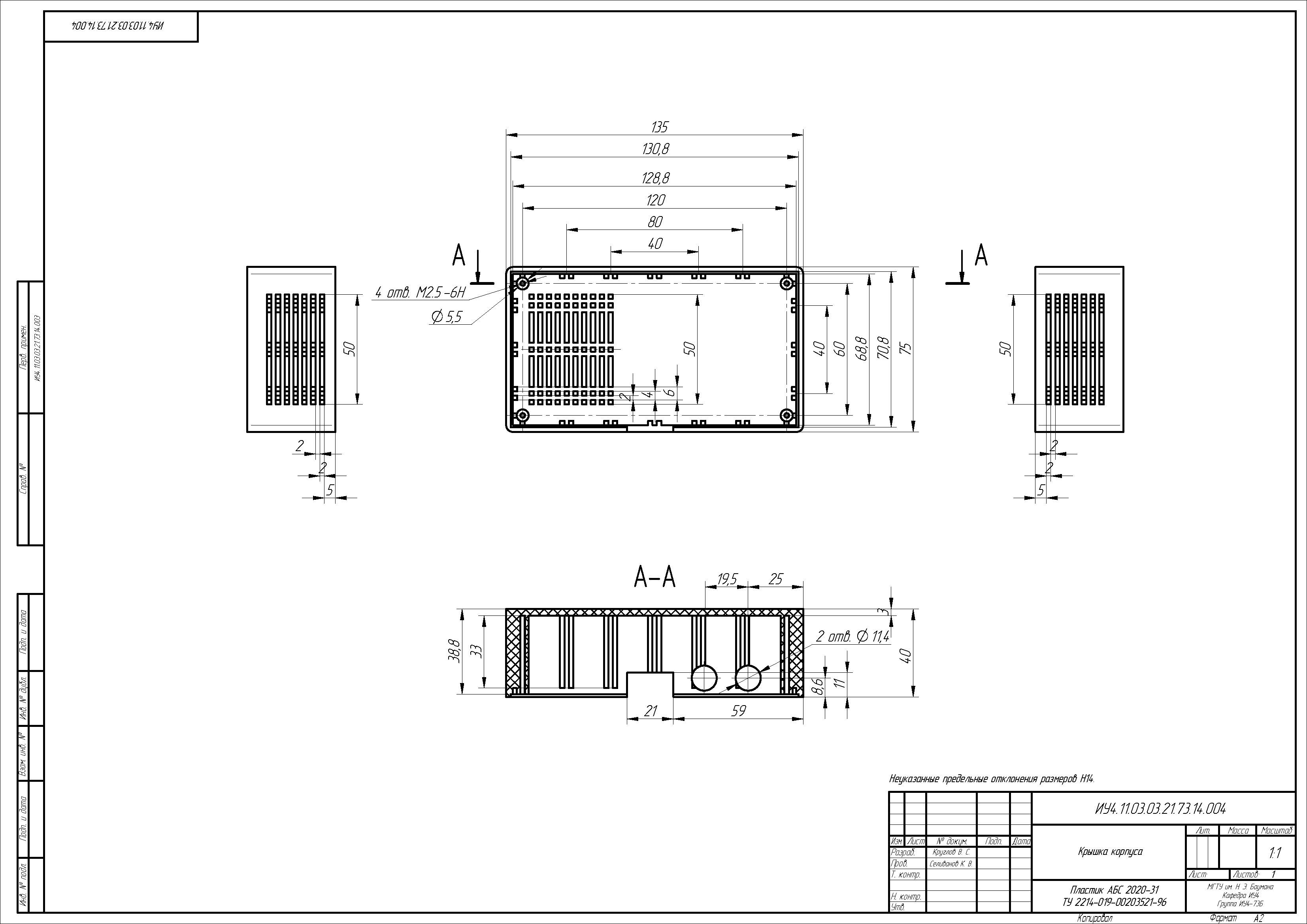


Рисунок 1.8 – Крышка корпуса

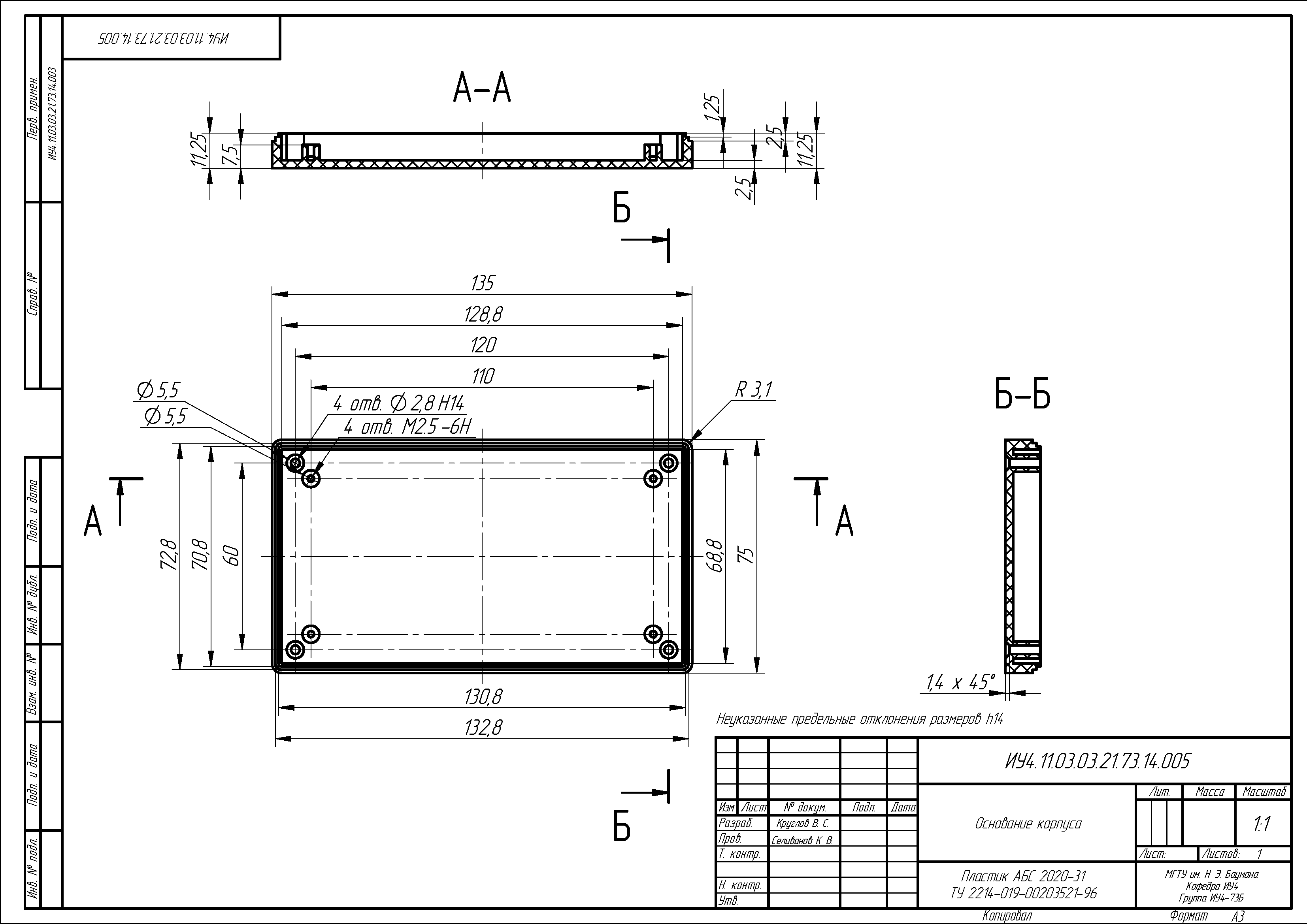


Рисунок 1.9 – Основание корпуса

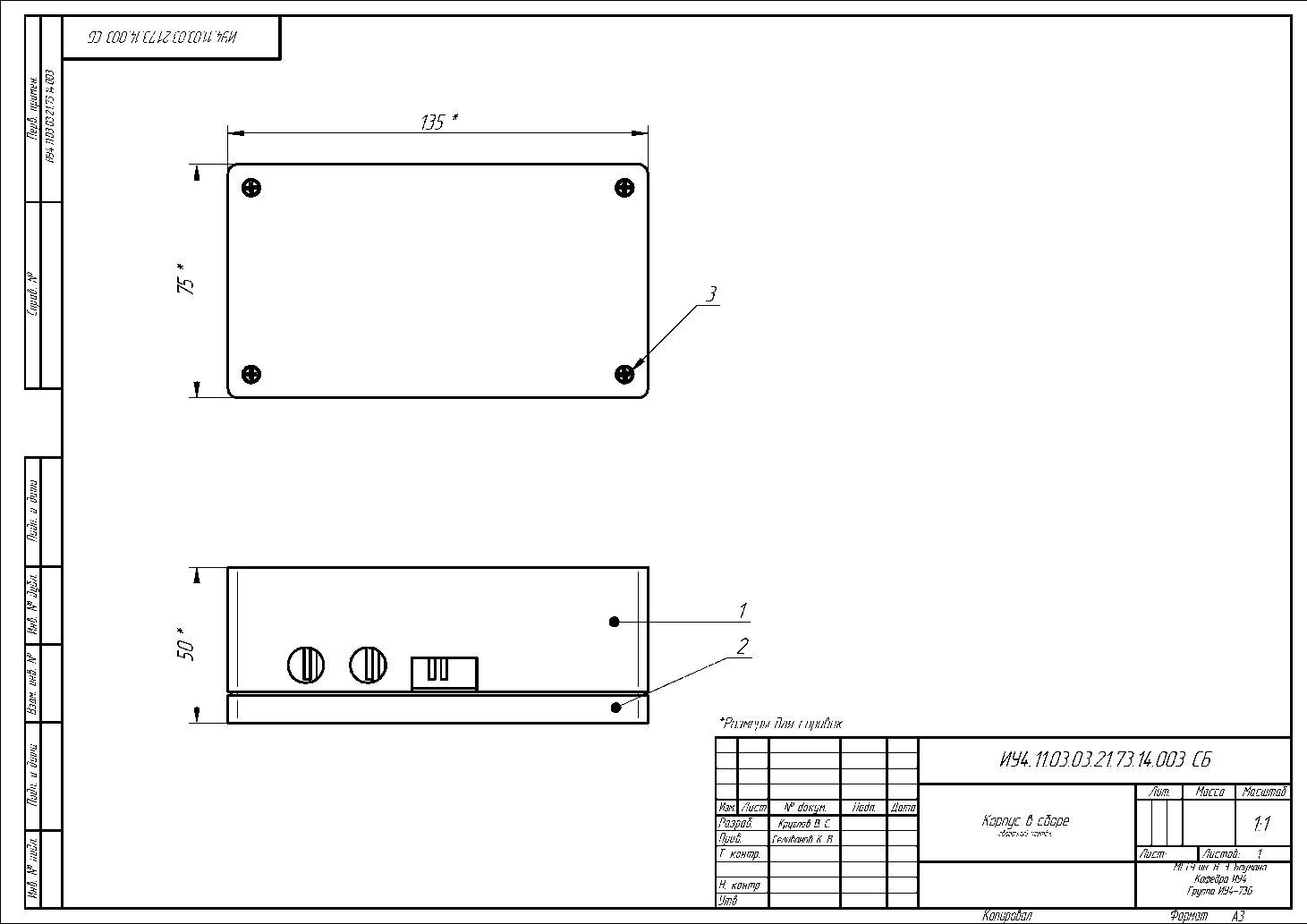


Рисунок 1.10 – Сборочный чертёж корпуса

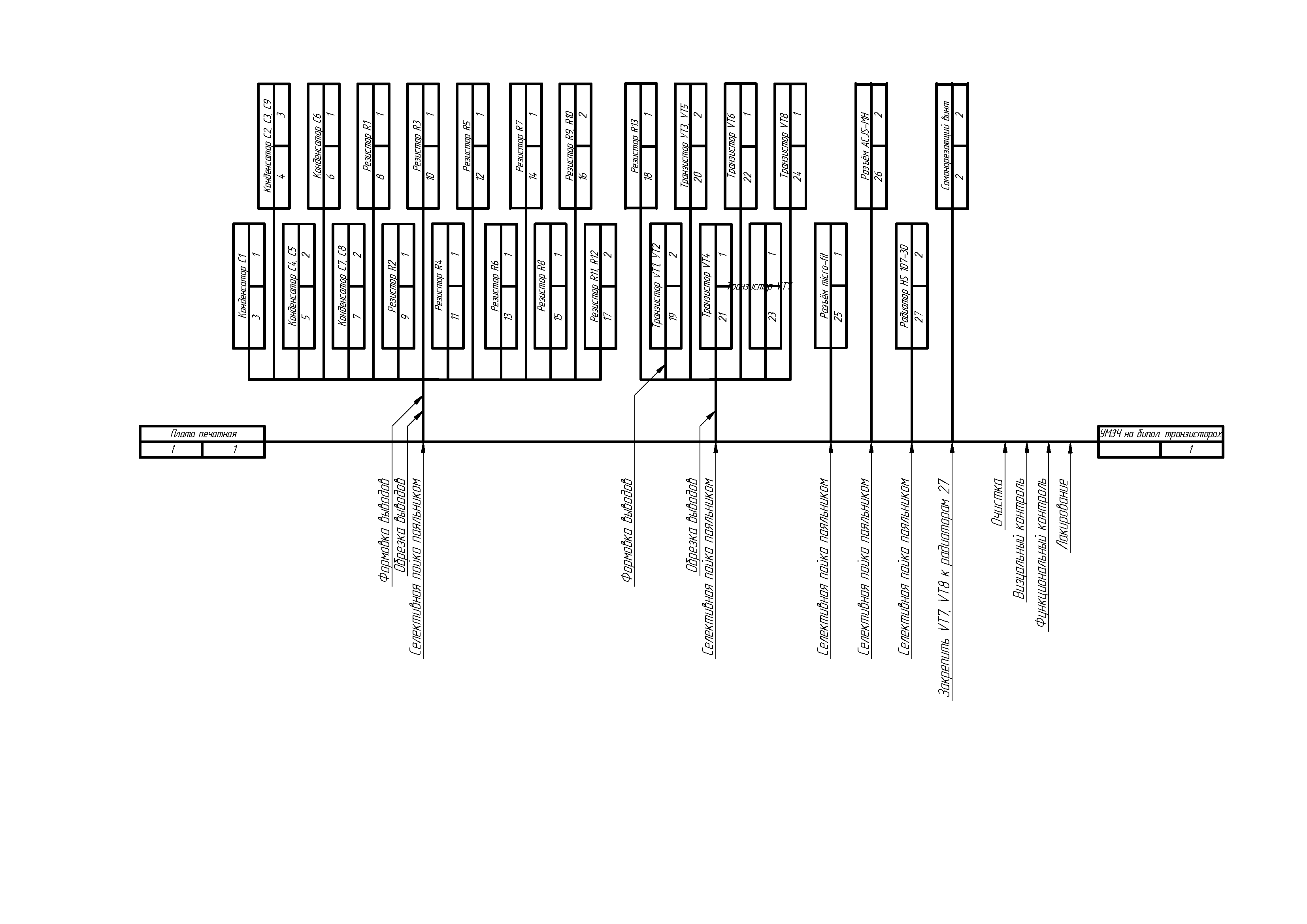
# 

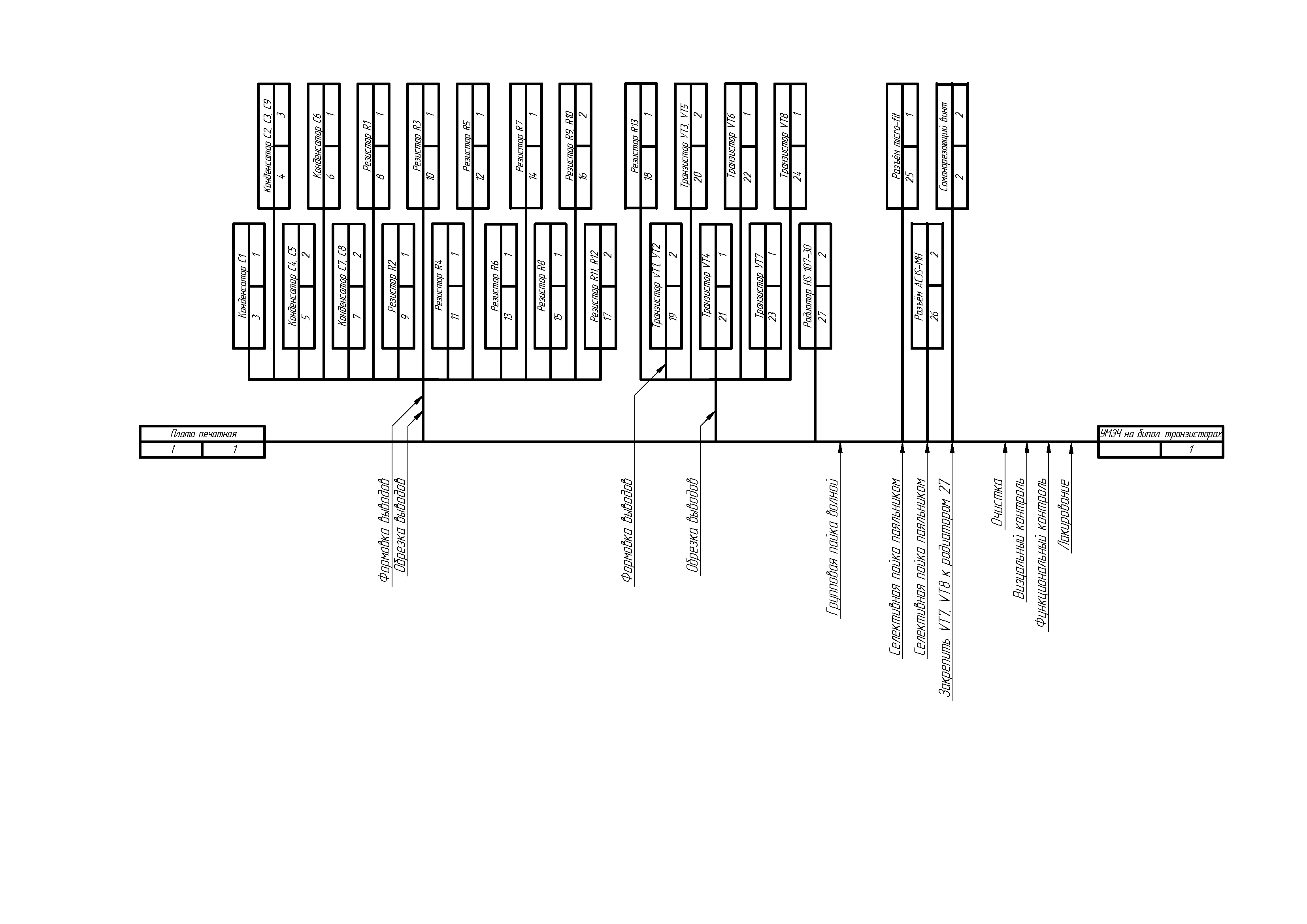
Рисунок 1.11 – Спецификация корпуса

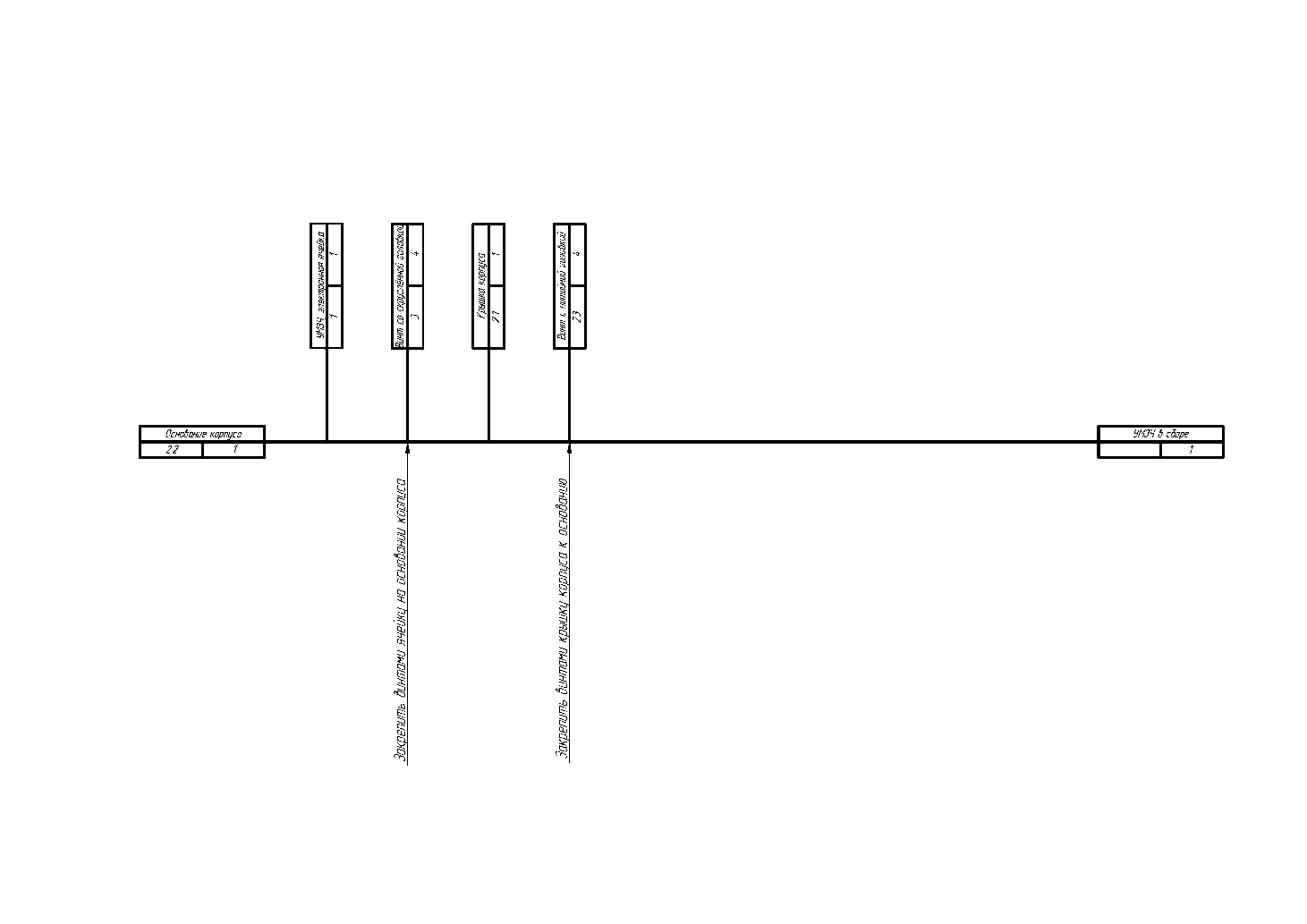
# 1.4 Разработка схем сборки

На основе анализа получившейся документации, была разработана схема сборки электронной ячейки для опытного образца (рис. 1.12) и серийного (рис. 1.13) и устройства в сборе (рис. 1.14). Схема сборки выполнена в соответствии с ГОСТ 23887-79. Схема сборки не является конструкторским или технологическим документом, а потому не имеет рамки.

Отличием при серийном производстве является применение автоматизированных устройств для формовки, установки и пайки компонентов. Однако пайка разъёмов в пластиковых корпусах, контроль и лакирование являются узким местом.

Рисунок 1.12 – Схема сборки электронной ячейки, опытный образец

Рисунок 1.13 – Схема сборки электронной ячейки, серийное производство

Рисунок 1.14 – Схема сборки устройства с корпусом

# 1.5 Разработка маршрута сборки

На основании схемы сборки разработаны маршрутные карты производства электронных ячеек при серийном производстве и для опытного образца. Маршрутные карты разработаны в соответствии со стандартами: ГОСТ 3.1201-85, ГОСТ 3.1102-2011, классификатор технологических операций машиностроения и приборостроения 1 85 152, ГОСТ 3.1103-2011, ГОСТ 3.1118-82.

Маршрутные карты представлены на рисунках 1.15…1.122, а также документах ИУ4.11.03.03.21.73.10.0.00.00001 и ИУ4.11.03.03.21.73.10.0.00.00002.

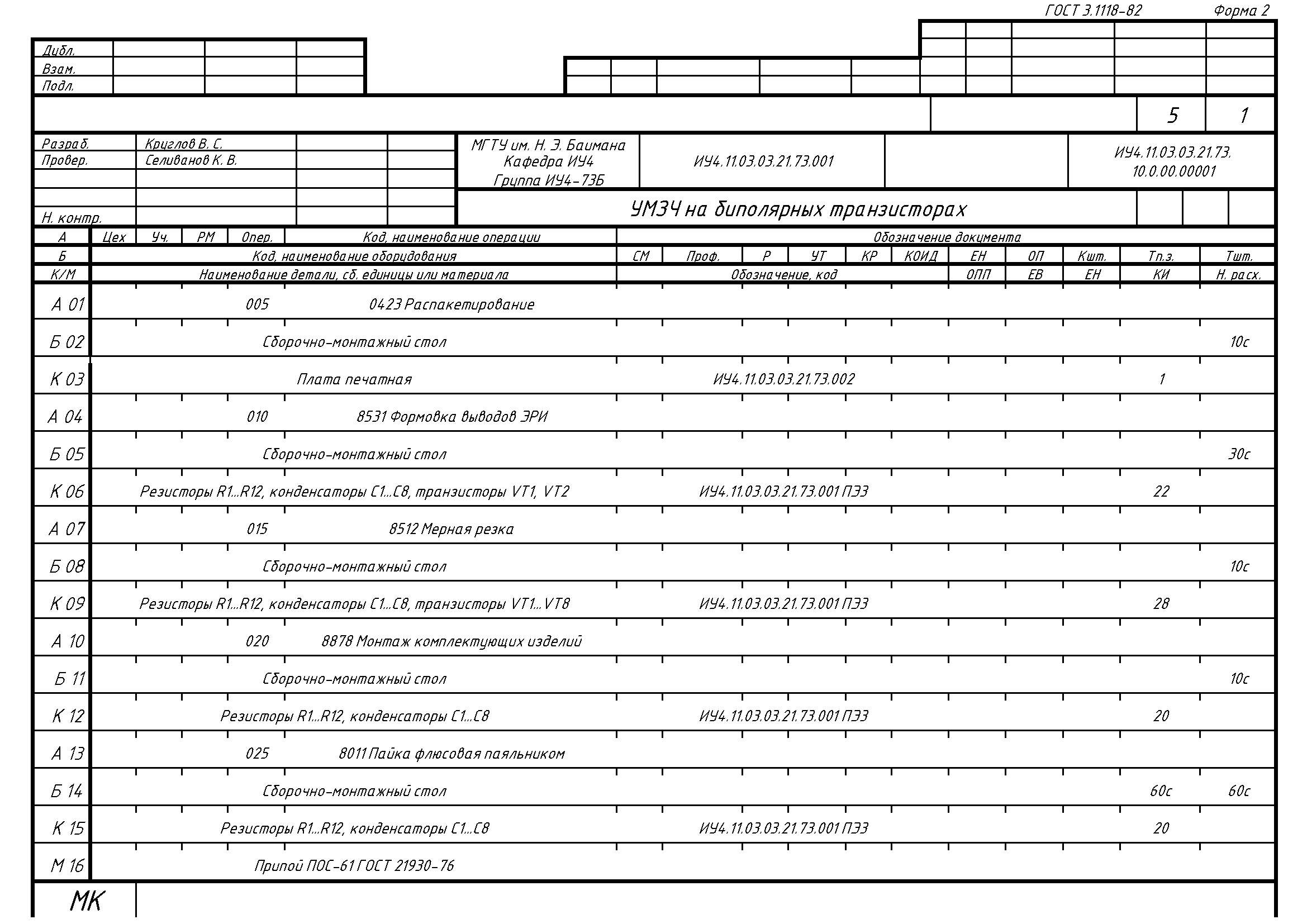
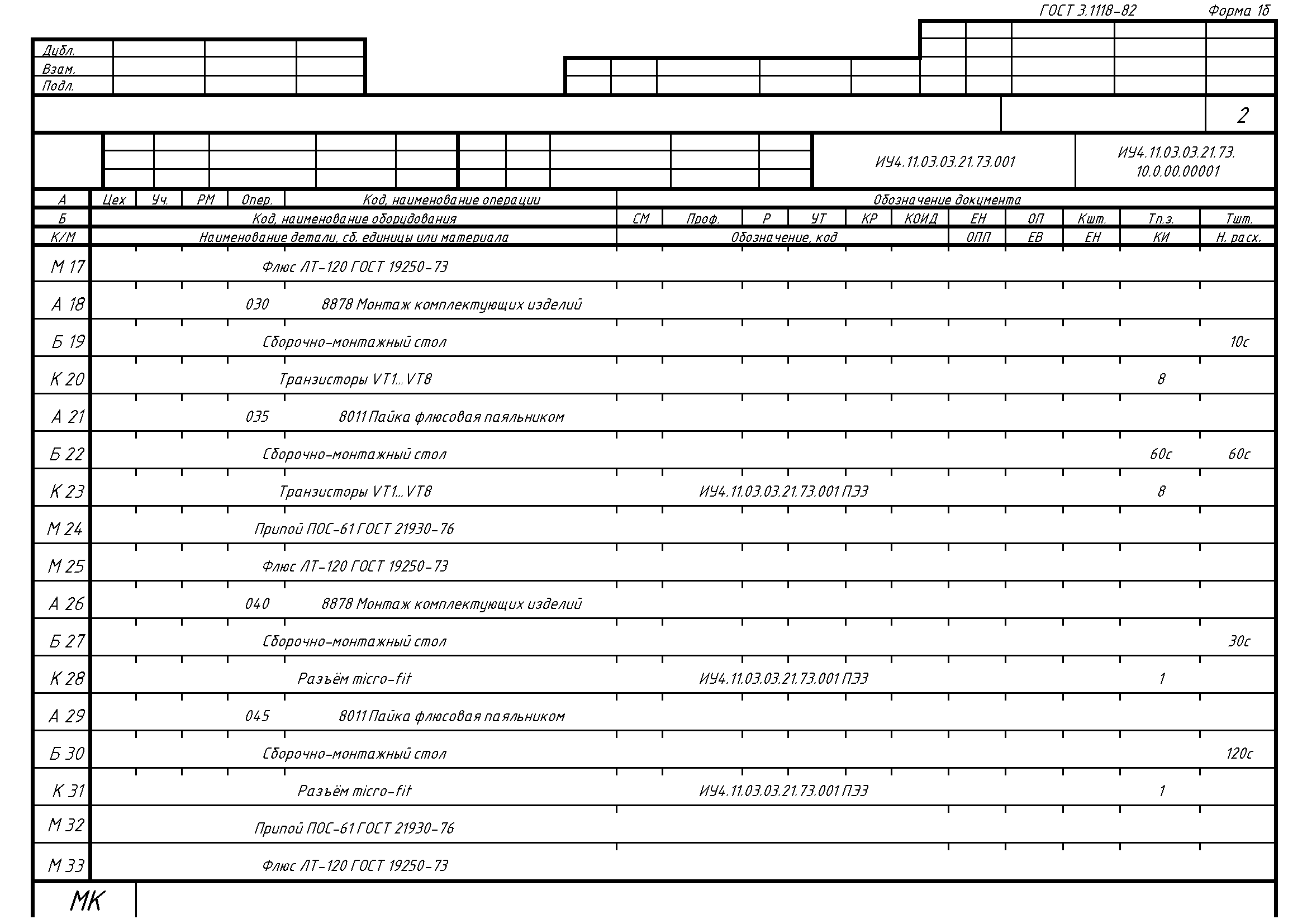
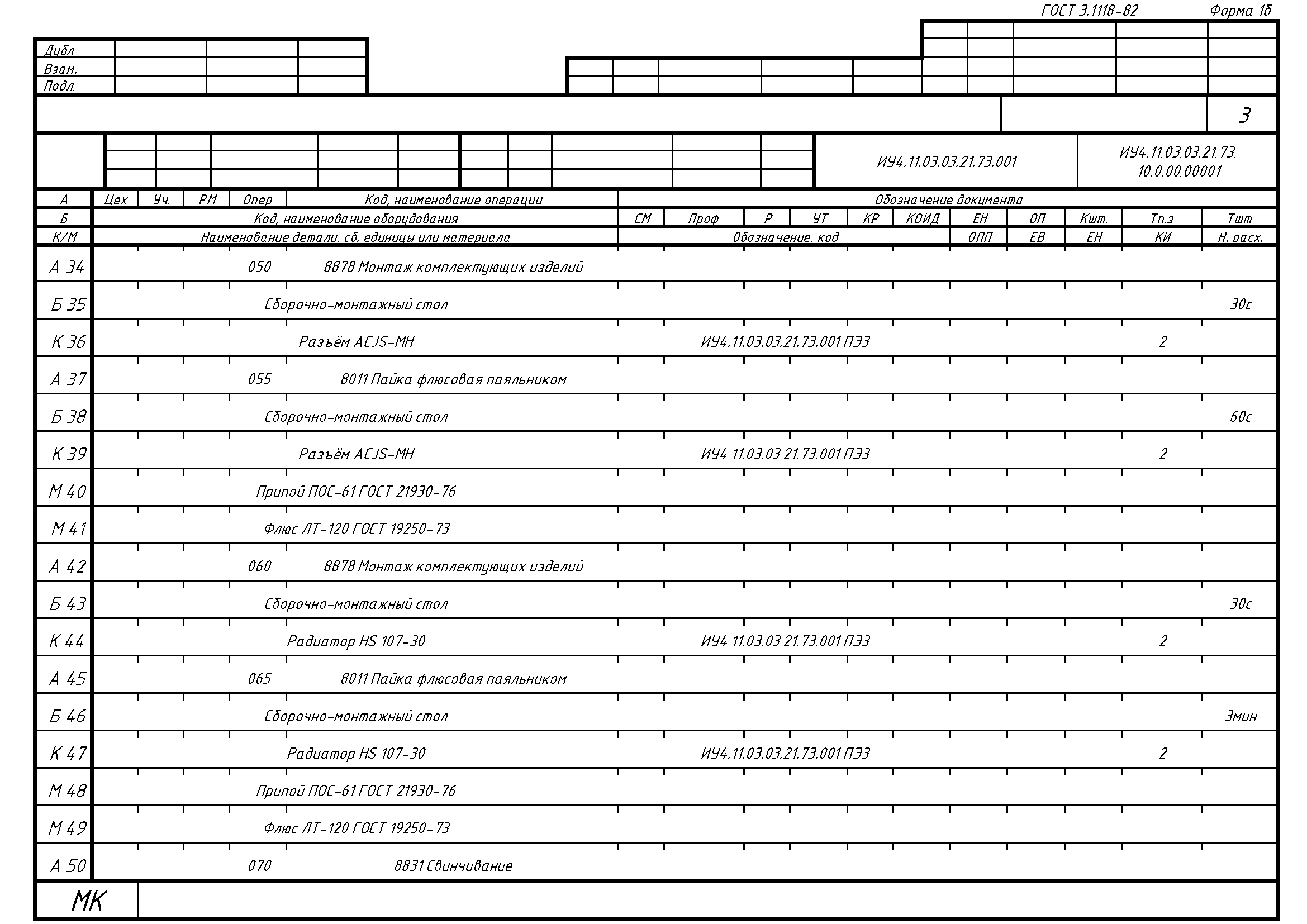
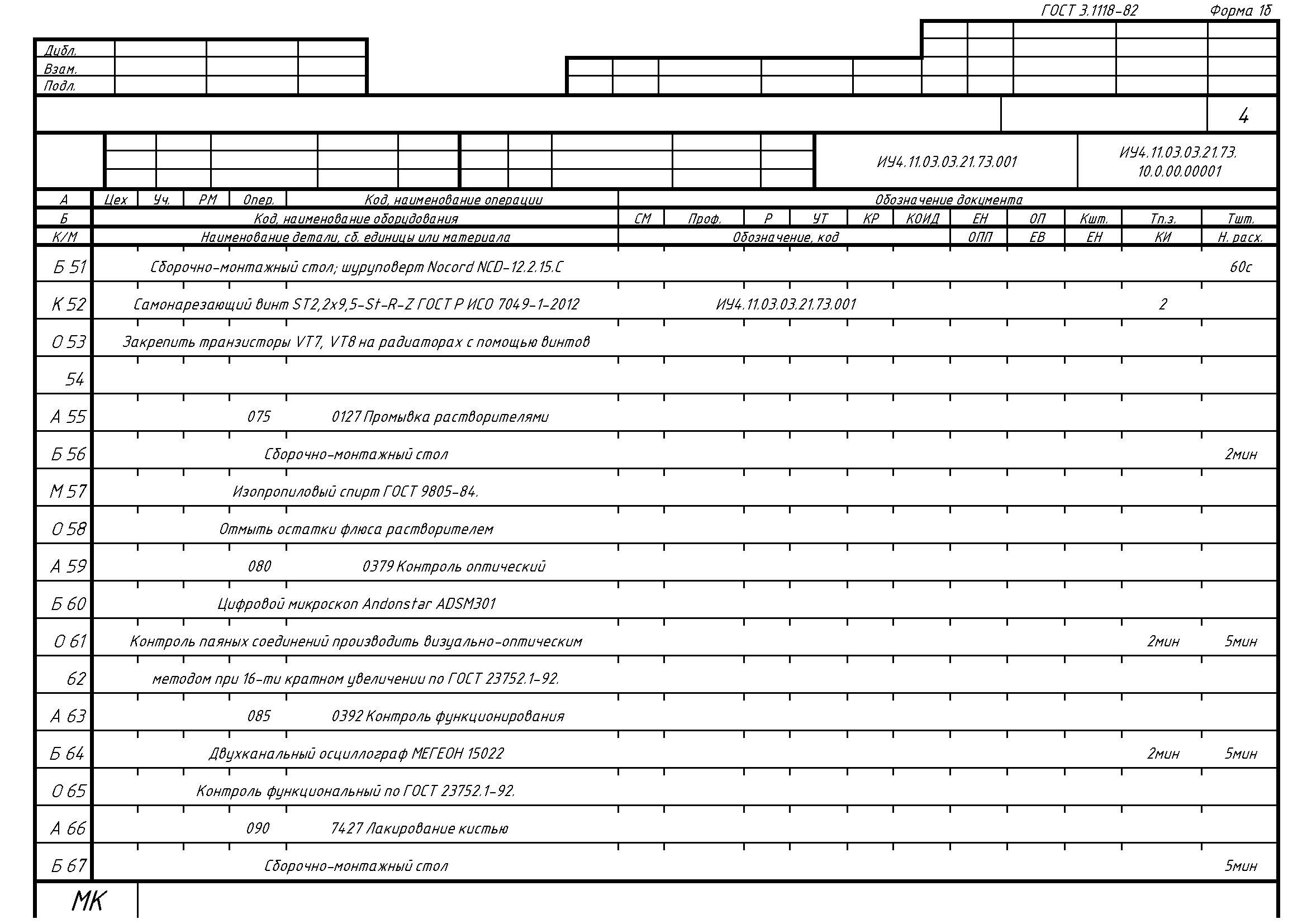
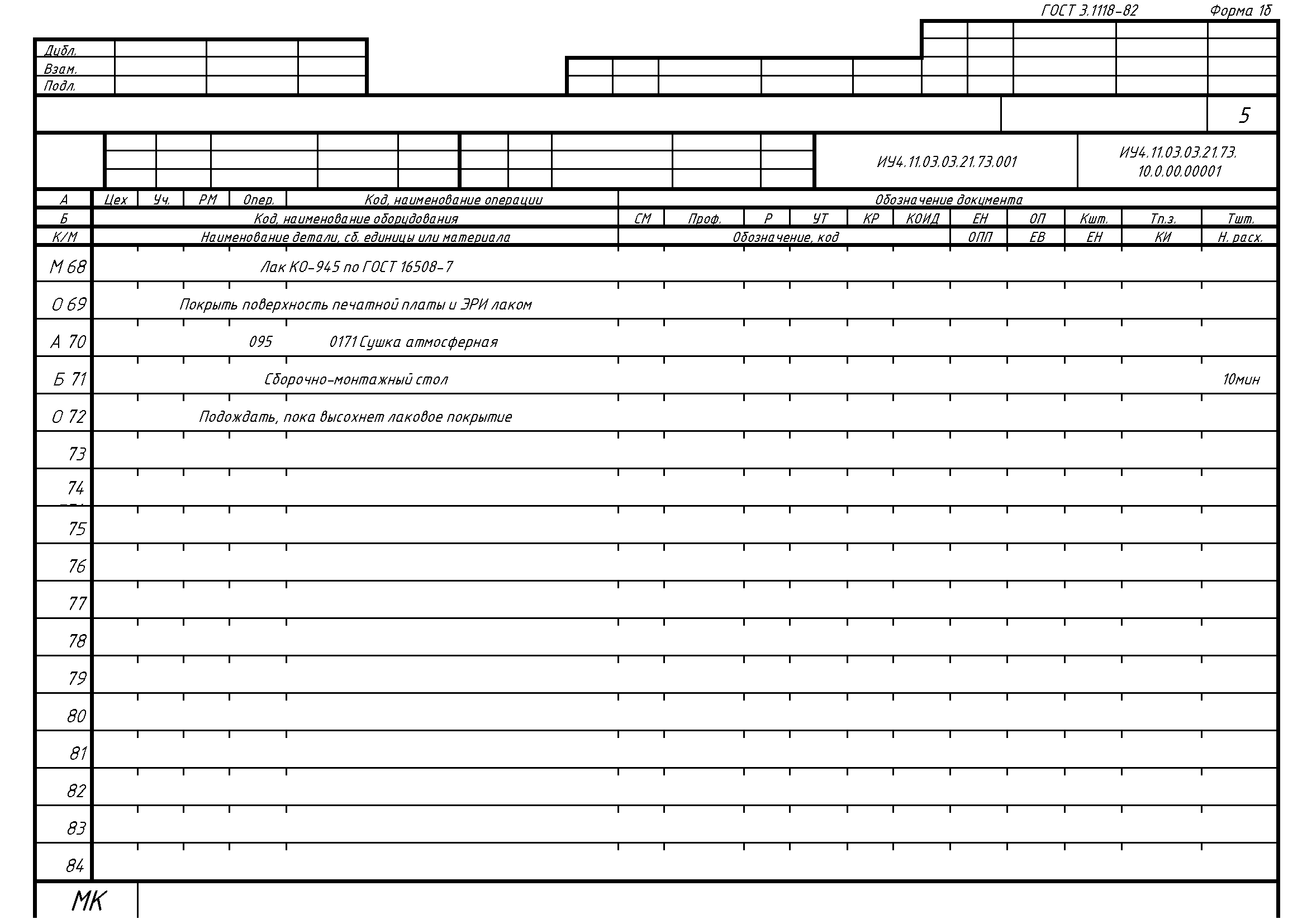


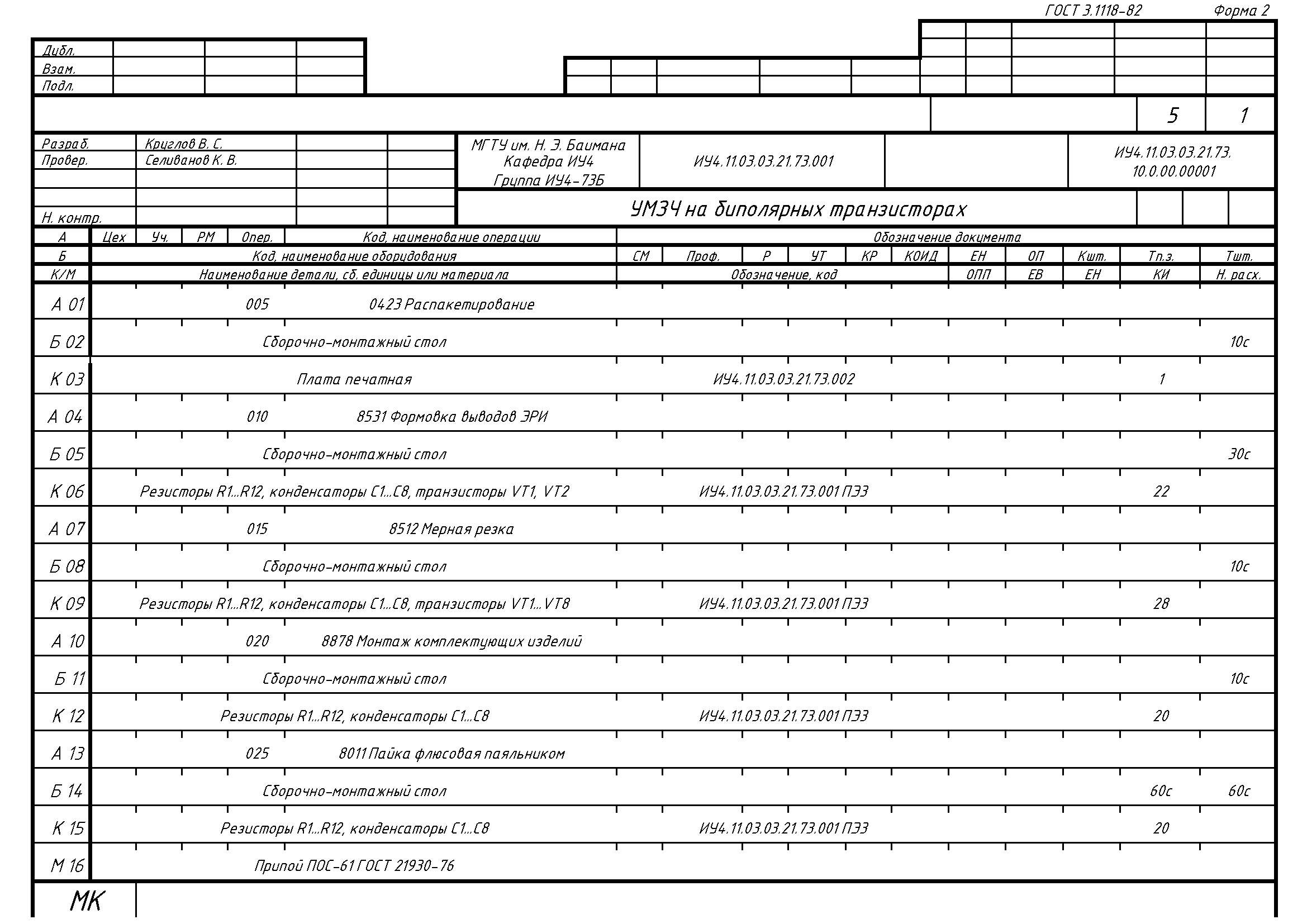
Рисунок 1.15 – Маршрутная карта опытного образца, первая страница

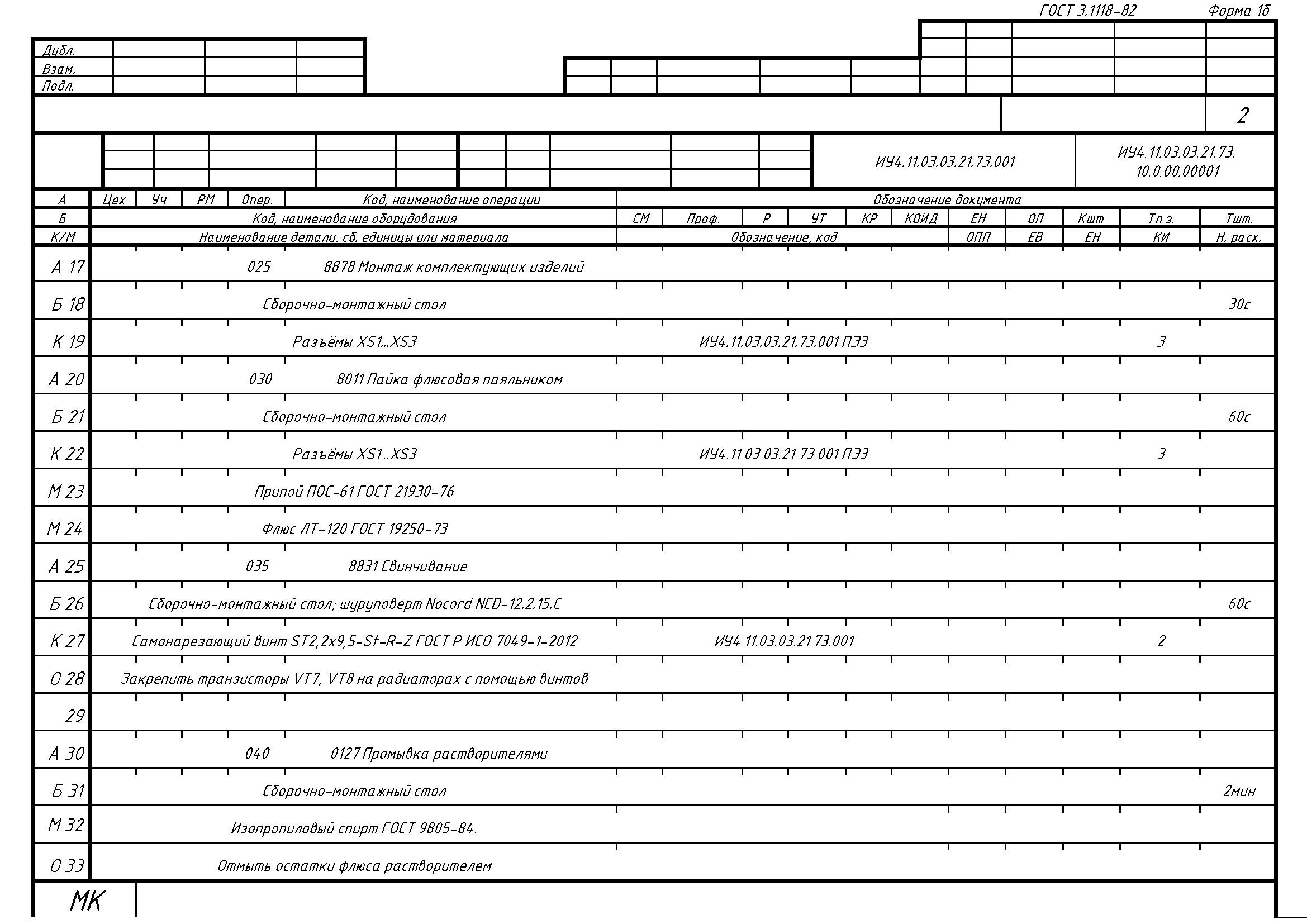
Рисунок 1.16 – Маршрутная карта опытного образца, вторая страница

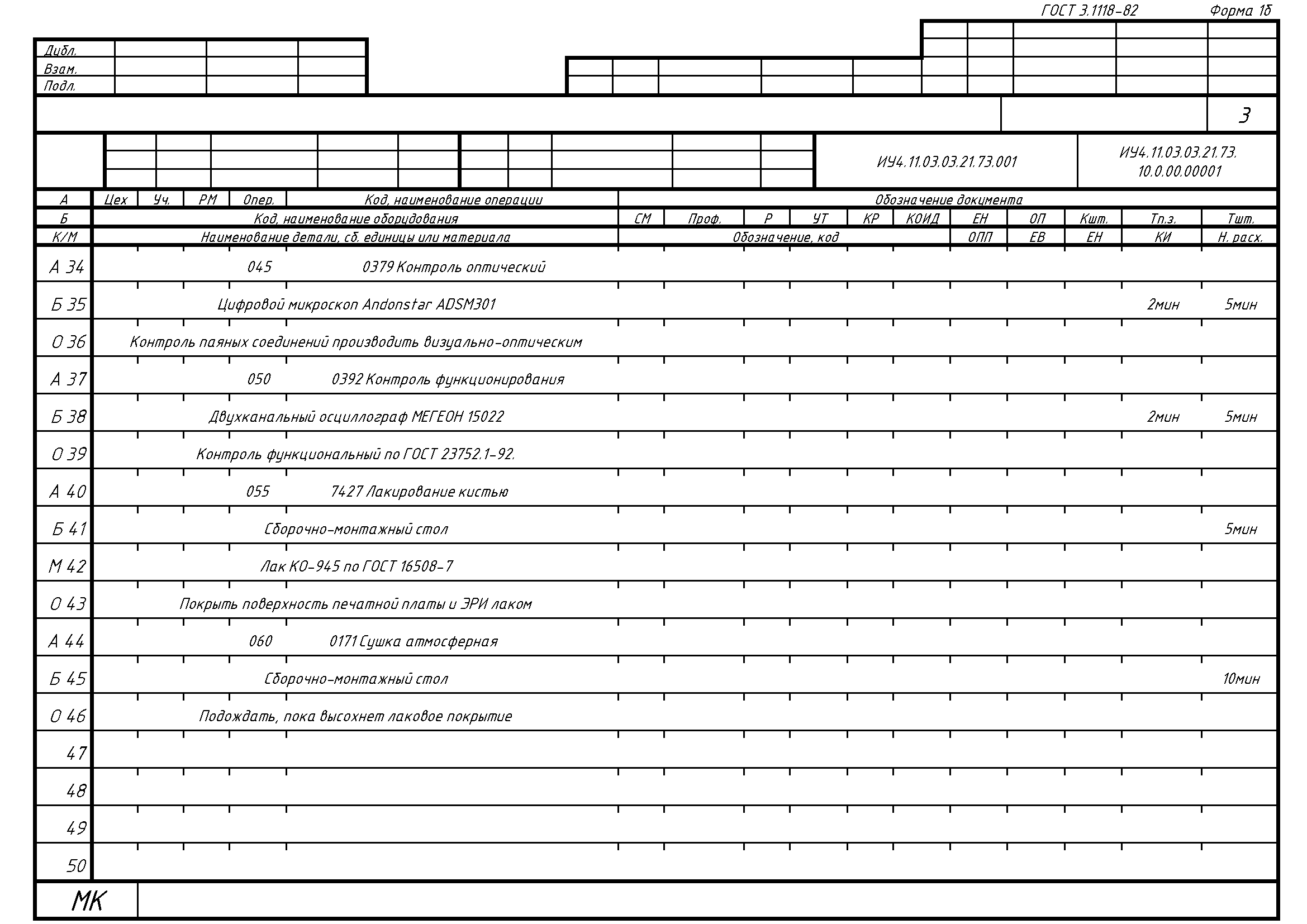
Рисунок 1.17 – Маршрутная карта опытного образца, третья страница

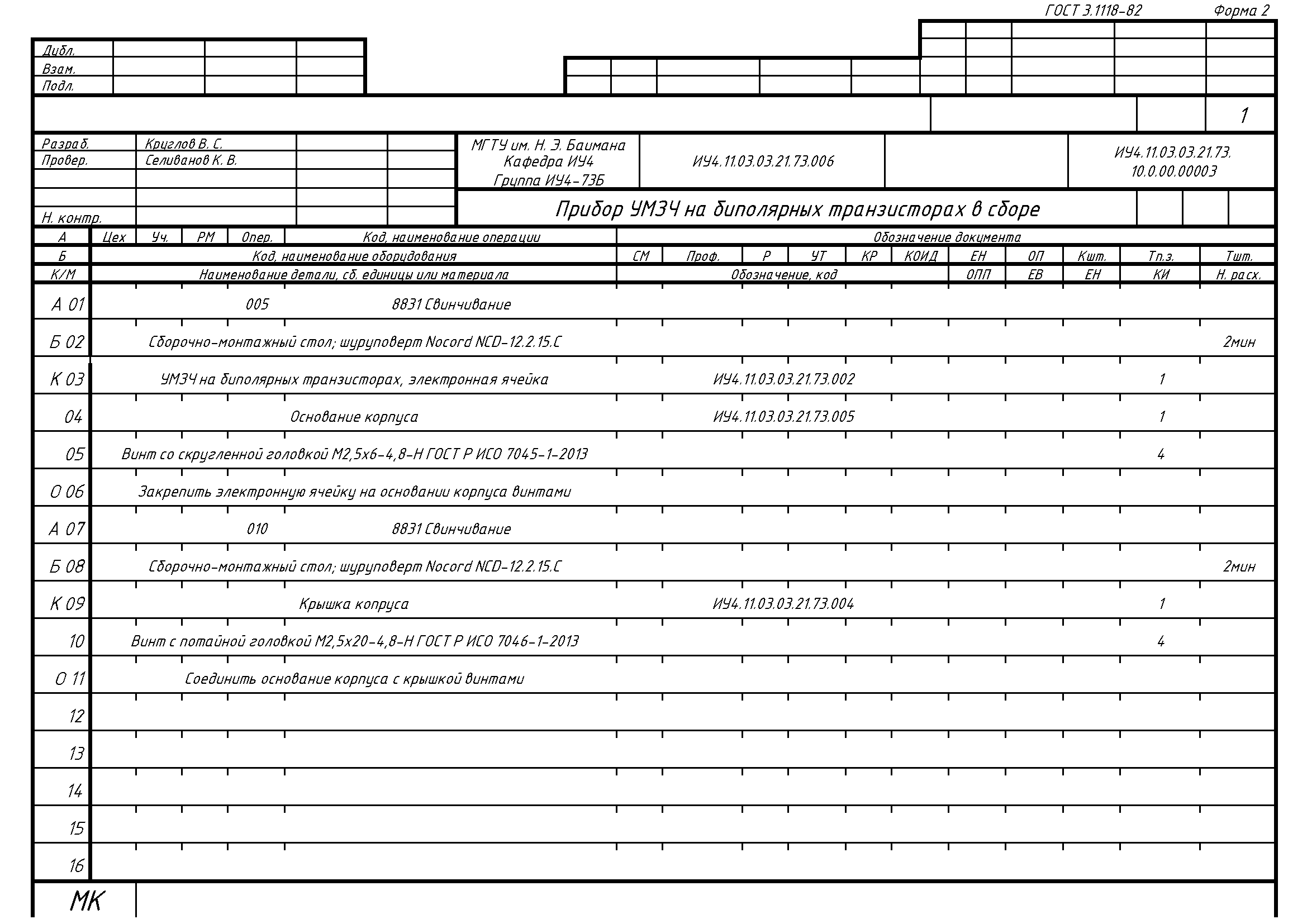
Рисунок 1.18 – Маршрутная карта опытного образца, четвёртая страница

Рисунок 1.19 – Маршрутная карта опытного образца, последняя страница

Рисунок 1.20 – Маршрутная карта серийного производства, первая страница

Рисунок 1.21 – Маршрутная карта серийного производства, вторая страница

Рисунок 1.22 – Маршрутная карта серийного производства, последняя страница

 Рисунок 1.23 – Маршрутная карта прибора

На устройство в сборе разработана отдельная маршрутная карта, представленная на рисунке 32 и документе ИУ4.11.03.03.21.73.10.0.00.00003.

В этой маршрутной карте используется собранная на прошлых этапах электронная ячейка, которая крепится в корпус.

# 1.6 Расчёт коэффициента технологичности

Оценку технологичности ячеек проводят по комплексному показателю технологичности, который рассчитывается по базовым показателям технологичности по формуле:

(1.1)

где - базовые показатели технологичности;

- их весомые коэффициенты;

Состав базовых показателей технологичности для электронных модулей с поверхностным монтажом в ранжированной последовательности приведен в таблице 1.2. Показатели технологичности вычисляются по следующим формулам:

- Коэффициент автоматизации пайки электронных компонентов (ЭК):

КАП = НАП / НЭК, (1.2)

где НАП – количество ЭК, пайка которых осуществляется на автоматах;

НЭК – количество ЭК в модуле.

- Коэффициент автоматизации установки ЭК, подлежащих пайке:

КАУ = НАУ / НЭК, (1.3)

где НАУ – количество компонентов, устанавливаемых на плату автоматизированными способами;

НЭК – количество ЭК в модуле.

НАУ = НСМ + НПМ, (1.4)

где НСМ – количество компонентов, монтируемых в отверстия платы;

НПМ – компонентов поверхностного монтажа, устанавливаемых на плату автоматизированными способами.

- Коэффициент снижения трудоемкости сборки и монтажа:

КТ СБ = 1 / НВМ, (1.5)

где НВМ – число, характеризующее вид монтажа;

Коэффициент автоматизации операций контроля и настройки:

КАКН = (НАТ + НАФ) / HКН, (1.6)

где НАТ – число автоматизированных операций внутрисхемного тестирования модуля;

НАФ – число автоматизированных операций приемочного функционального контроля модуля;

HКН – общее число операций контроля и настройки; две операции – визуальный контроль и электрический – являются обязательными.

Чаще всего автоматизируется операция электрического контроля, как самая трудоемкая. Если в конструкции имеются регулировочные элементы, то количество операций регулировки увеличивается пропорционально числу этих элементов;

Коэффициенты технологичности сведены в таблицу 1:

Таблица 1 - Коэффициенты технологичности

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№**  **п/п** | **Коэффициент технологичности** | **Обозначение** |  |
| 1 | Коэффициент автоматизации пайки | КАП | 1 |
| 2 | Коэффициент автоматизации установки | КАУ | 1 |
| 3 | Коэффициент снижения трудоемкости сборки и монтажа | КТ СБ | 0,8 |
| 4 | Коэффициент автоматизации операций контроля и настройки | КАКН | 0,5 |

Количественные значения характеристик ячейки электронной определяются, используя данные конструкторской документации, и полученные значения заносятся в таблицу 2.

Таблица 2 - Количественные значения характеристик ячейки электронной

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№**  **п/п** | **Наименования** | **Обозначение** | **Значение**  **(образец/серийное)** |
| 1 | Количество ЭК, пайка которых осуществляется автоматически | НАП | 0/33 |
| 2 | Количество ЭК в модуле | НЭК | 33/35 |
| 3 | Количество компонентов, устанавливаемых на плату автоматизированными способами | НАУ | 0/35 |
| 4 | Число, характеризующее вид монтажа: КМП – 1,2, КМО – 1,8, смешанный – 2.8 | НВМ | 2,8/2,8 |
| 5 | Число автоматизированных операций внутрисхемного тестирования модуля | НАТ | 0/0 |
| 6 | Число автоматизированных операций приемочного функционального контроля модуля | НАФ | 0/0 |
| 7 | Общее число операций контроля и настройки. | HКН | 2 |

Итоговая формула расчёта коэффициента технологичности для опытного образца

(1.7)

Итоговая формула расчёта коэффициента технологичности для серийного производства

(1.8)

Нормативный показатель технологичности для мелкосерийного производства ЭУ составляет КН = 0,6 – 0,7. Сравнивая этот показатель с расчётным, делаем вывод, что изделие подходит для мелкосерийного производства.

# 1.7 Расчёт и анализ такта выпуска

Для оценки интервала времени, через который периодически производится выпуск деталей, обеспечивающего выполнение годового объёма в установленный срок, необходимо определить такт выпуска деталей. Он рассчитывается по формуле

*,* (1.9)

где tоперi - время i-й операции,

tопзi - время i-й подготовительно-заключительной операции для ni заготовок,

Nоидi -количетство получаемых заготовок для следующей операции или параллельно обрабатываемых заготовок.

Согласно разработанной выше маршрутной карте на электронную ячейку:

(1.10)

А также согласно разработанной выше маршрутной карте на устройство в сборе с корпусом:

(1.11)

# 1.8 Разработка электронной модели устройства

На рисунках 1.24-1.26 представлены этапы сборки устройства. Сборка состоит из соединения электронной ячейки с основанием корпуса с завинчиванием винтов.

На втором этапе сборки под основанием сборки крышка корпуса соединяется с основанием с помощью 4 винтов с потайной головкой.

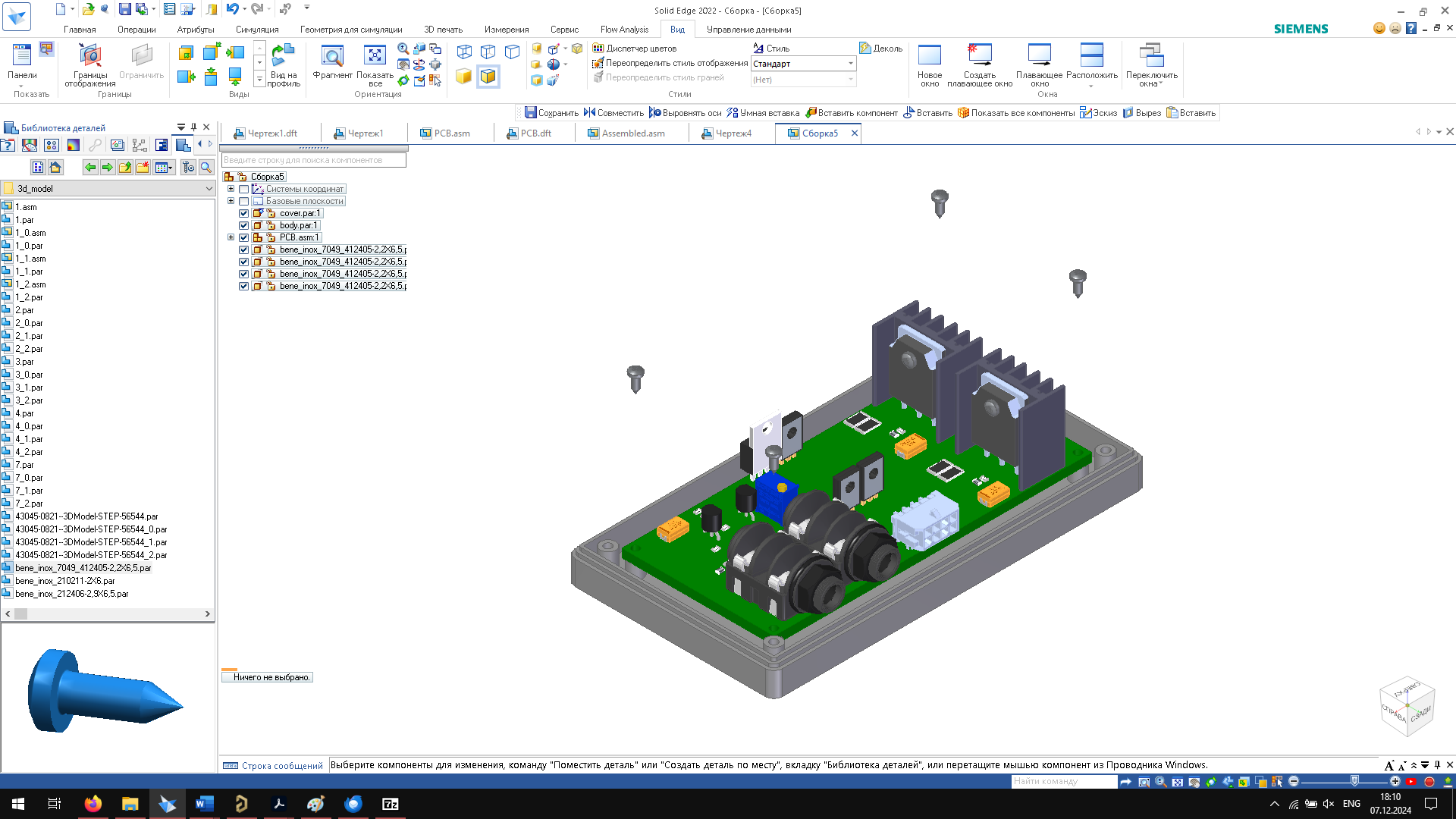


Рисунок 1.24 – Установка и закрепление электронной ячейки

# 

Рисунок 1.25 – Установка и закрепление крышки корпуса

# 

Рисунок 1.26 – Электронная модель изделия

Проектирование 3D модели устройства производилось в САПР Solid Edge 2022.

# Выводы

В результате данной главы разработан комплект технологической документации для устройства «УМЗЧ на биполярных транзисторах» для серийного производства, соответствующий результатам анализа конструкторской документации и сборочного состава устройства, расчета технологичности конструкции, расчета и анализа такта выпуска и конструкция оснастки для многофункционального подключения к выводам печатной платы.

# 2 РАЗРАБОТКА И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОСНАСТКИ

# 2.1 Разработка и проектирование электронной модели оснастки

Внешний вид разработанной оснастки представлен на рисунке 2.1

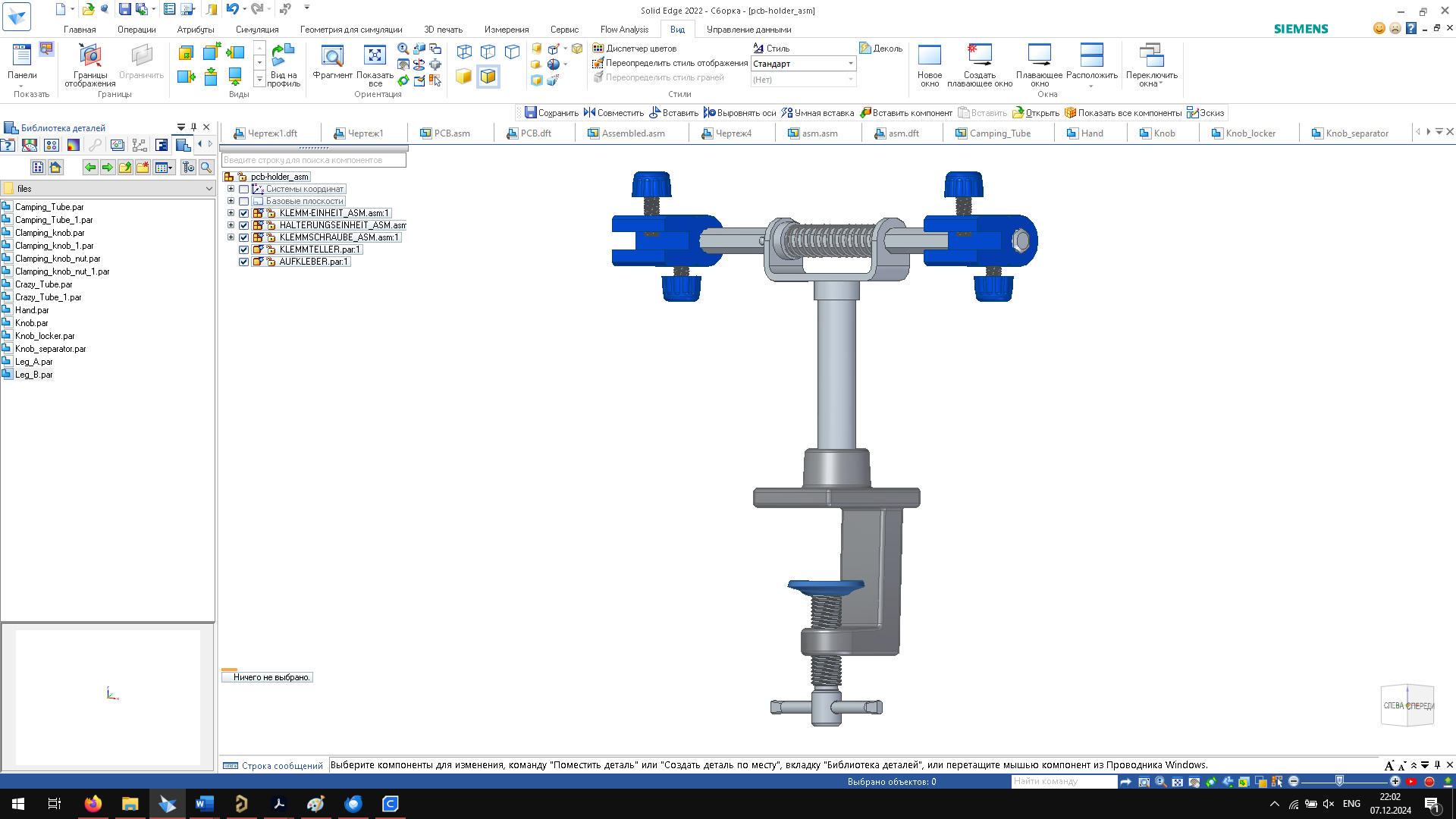


Рисунок 2.1 – Электронная модель оснастки

# Требования к разрабатываемой оснастке:

- производительность должна соответствовать заданному объему выпуска (1800 шт. в год),

- приспособление для контакта должно быть простым в эксплуатации, иметь низкую себестоимость при высокой производительности,

- приспособление должно иметь конструкцию, позволяющую легко устанавливать и убирать печатную плату из рабочей зоны,

- приспособление должно размещаться на столе монтажника.

только проинструктированный персонал, во избежание несчастных случаев.

**Кинематика:** перед началом работы оснастку необходимо закрепить на краю рабочего монтажного стола с помощью винтового зажима. Оснастка должна быть жёстко закреплена и не болтаться. В тисках на верхней стороне оснастки закрепляется электронная ячейка и зажимается винтами.

# Условия эксплуатации и хранения: приспособление предназначено для работы в помещении в воздушной среде. Температура окружающей среды от -20 до +60 С. Относительная влажность воздуха до 98% при температуре до +35 С. Приспособление должно оберегаться от попадания крупных частиц пыли, песка на рабочей поверхности. При хранении приспособление должно быть упаковано в тару в промасленной бумаге.

# Указания мер безопасности: для работы с приспособлением допускается только проинструктированный персонал, во избежание несчастных случаев.

# Надежность: конструкция элементов оснастки и материалы элементов должны обеспечивать надежность, необходимую при серийном производстве. В конструкции приспособления максимально использовать стандартные, унифицированные и взаимозаменяемые изделия.

# Источники данных: при разработке конструкции использовать прототипы оснастки, разработанные на кафедре «Конструирование и технология производства электронных средств».

# Принцип работы оснастки

1. Снять упор 5;
2. Выдвинуть матрицу 6 по направлению 7 за ручку 1;
3. Открыть прижим 2;
4. Поместить резистор на матрицу 6;
5. Закрыть прижим 2;
6. Задвинуть матрицу 6 по направлению 1;
7. Зафиксировать упором матрицу 6;
8. Опустить верхнюю плиту 3 до упора надавив ручкой 4;
9. Вернуть верхнюю плиту 3 в исходное положение;
10. Снять упор 5;
11. Выдвинуть матрицу 6 по направлению 7 за ручку 1;
12. Снять отформованный резистор;
13. Задвинуть матрицу 3 по направлению 1;
14. Зафиксировать упором матрицу 3.

# 2.2 Этапы сборки оснастки

На рисунка 2.2-2.9 представлены этапы сборки оснастки.

Сборка оснастки начинается со сборки пластиковых ручек для зажима печатной платы.

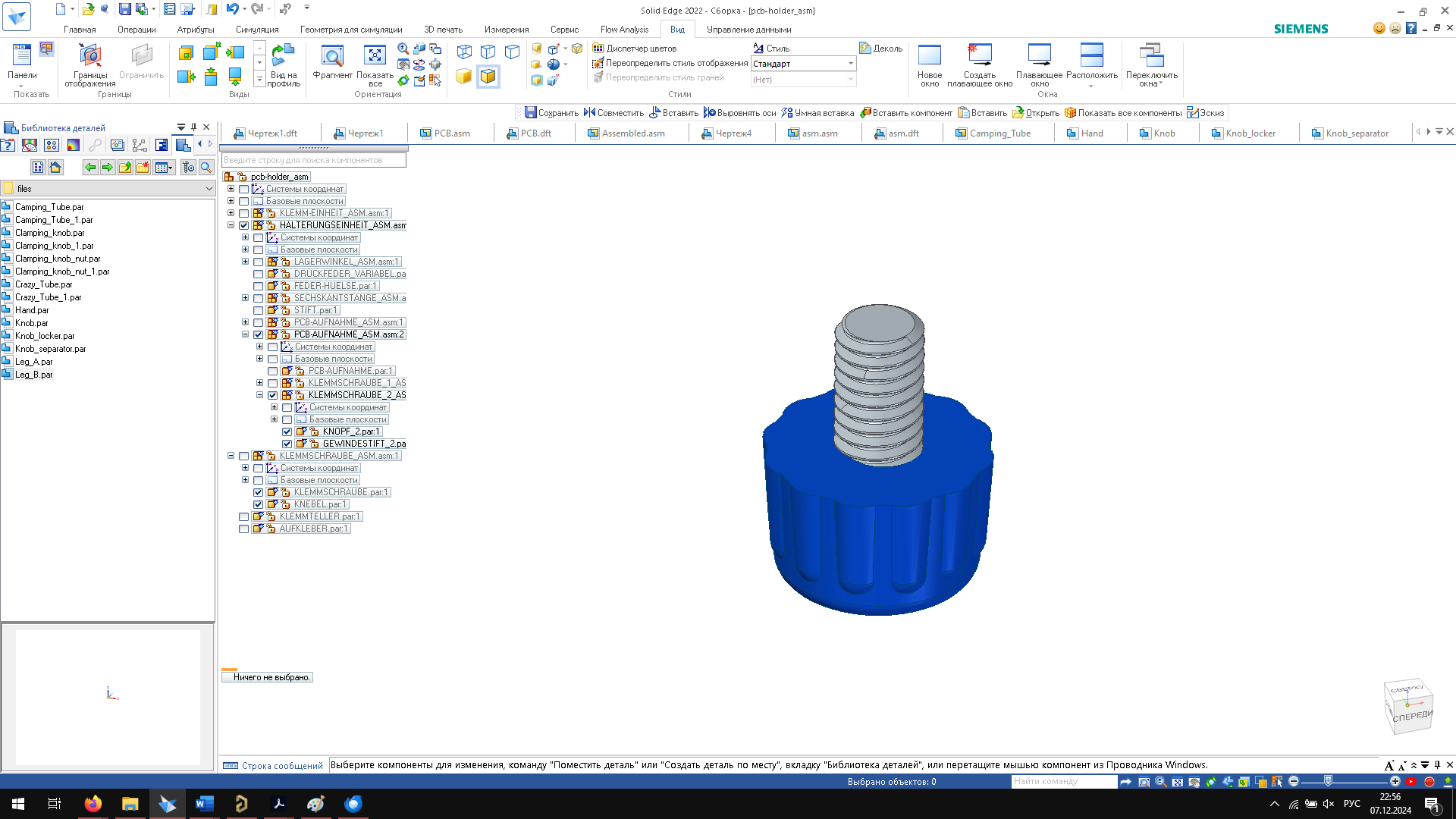


Рисунок 2.2 – Ввинчивание винтов в пластиковые рукоятки

Затем собранные рукоятки ввинчиваются в пластиковые разъёмы для закрепления плат.

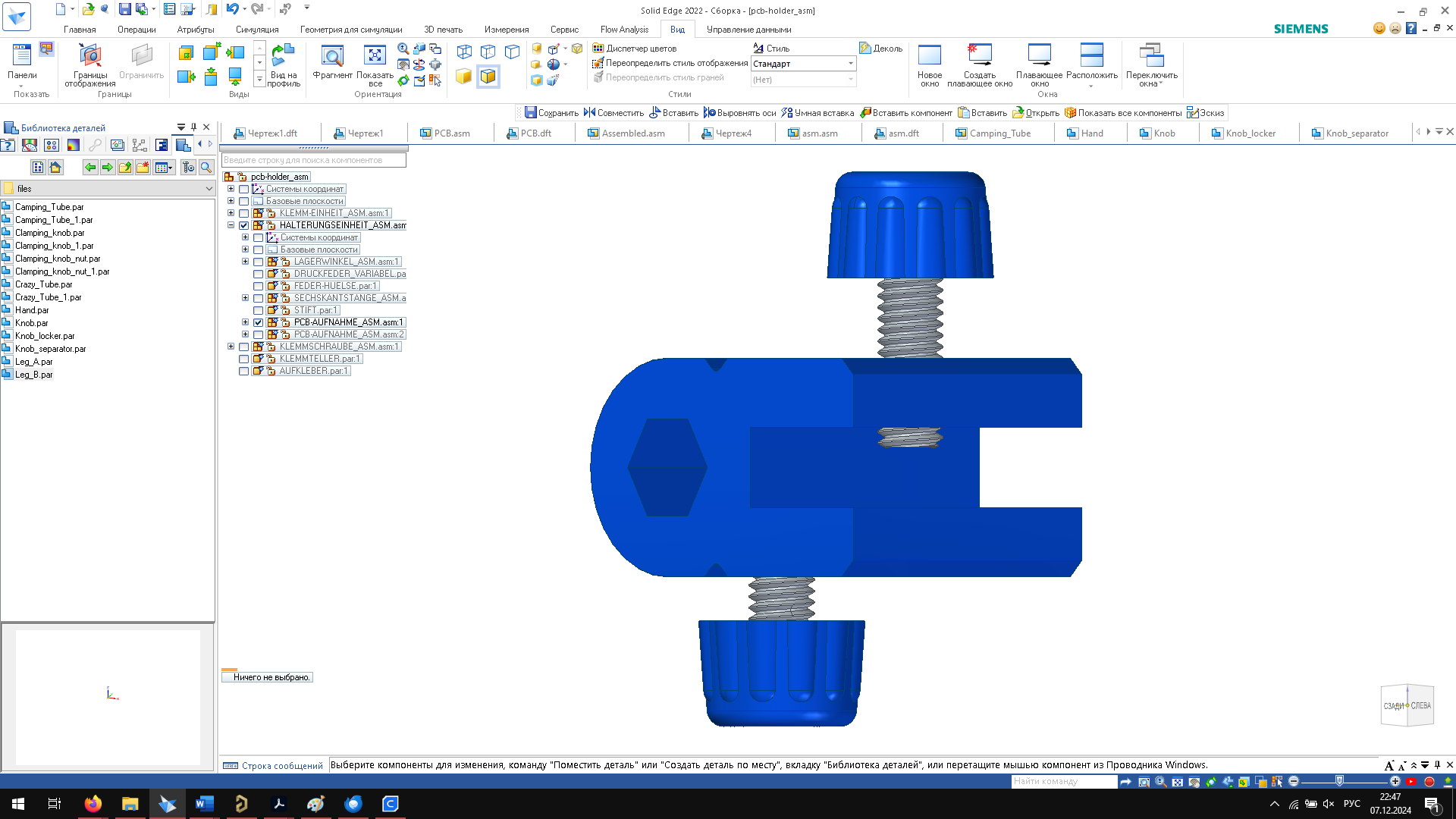


Рисунок 2.3 – Соединение креплений с винтами

Основная шестиугольная ось для закрепления плат продевается через отверстия основания и пружину.

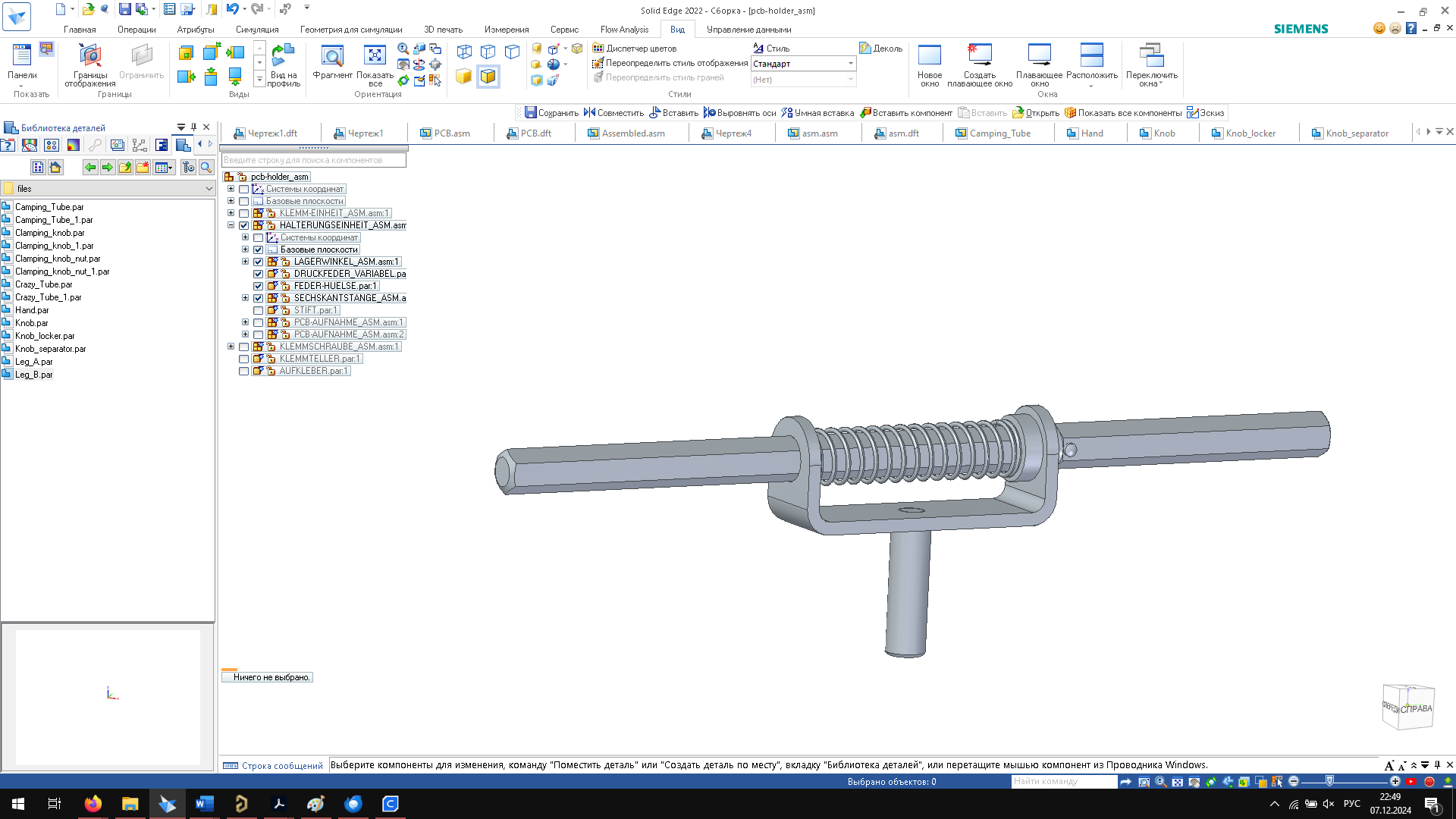


Рисунок 2.4 – Продевание оси через пружину крепления

Затем на шестиугольную ось надеваются собранные пластиковые крепления.

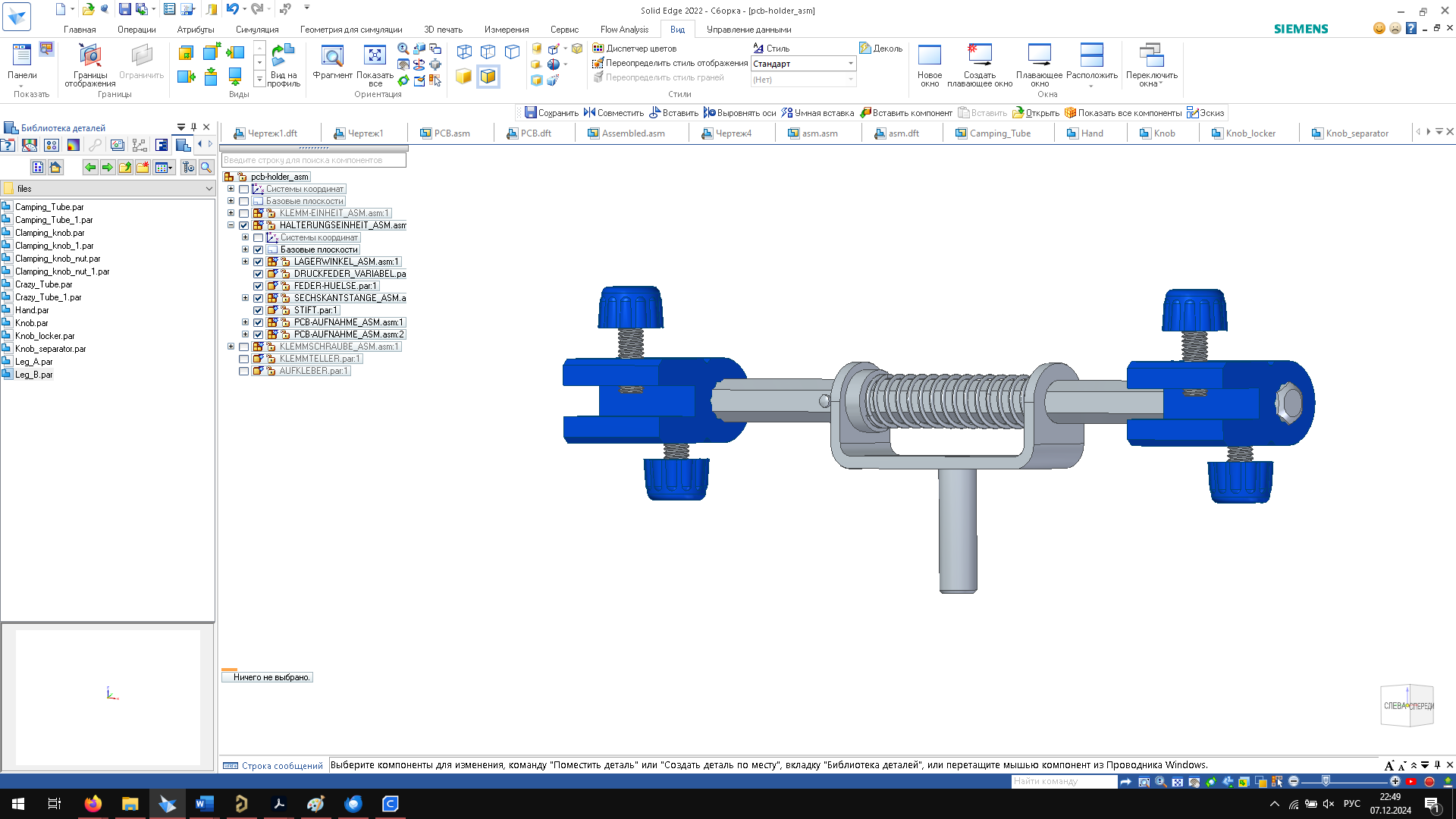


Рисунок 2.5 – Монтаж креплений на основание

Ось крепления продевается во крепёжную втулку.

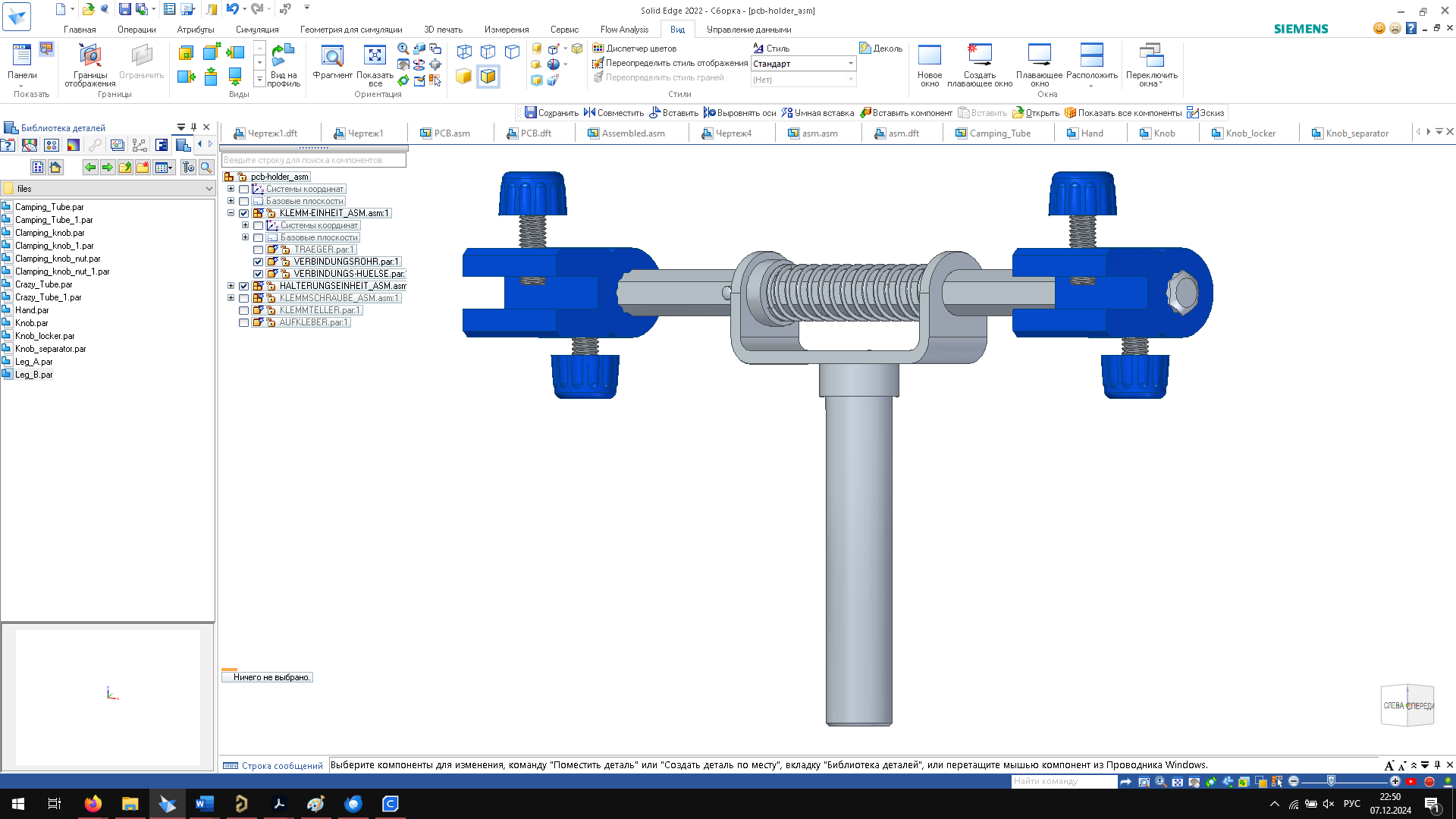


Рисунок 2.6 – Соединение с осью основания

Затем на свободном конце продевается стальная основа для закрепления на столе.

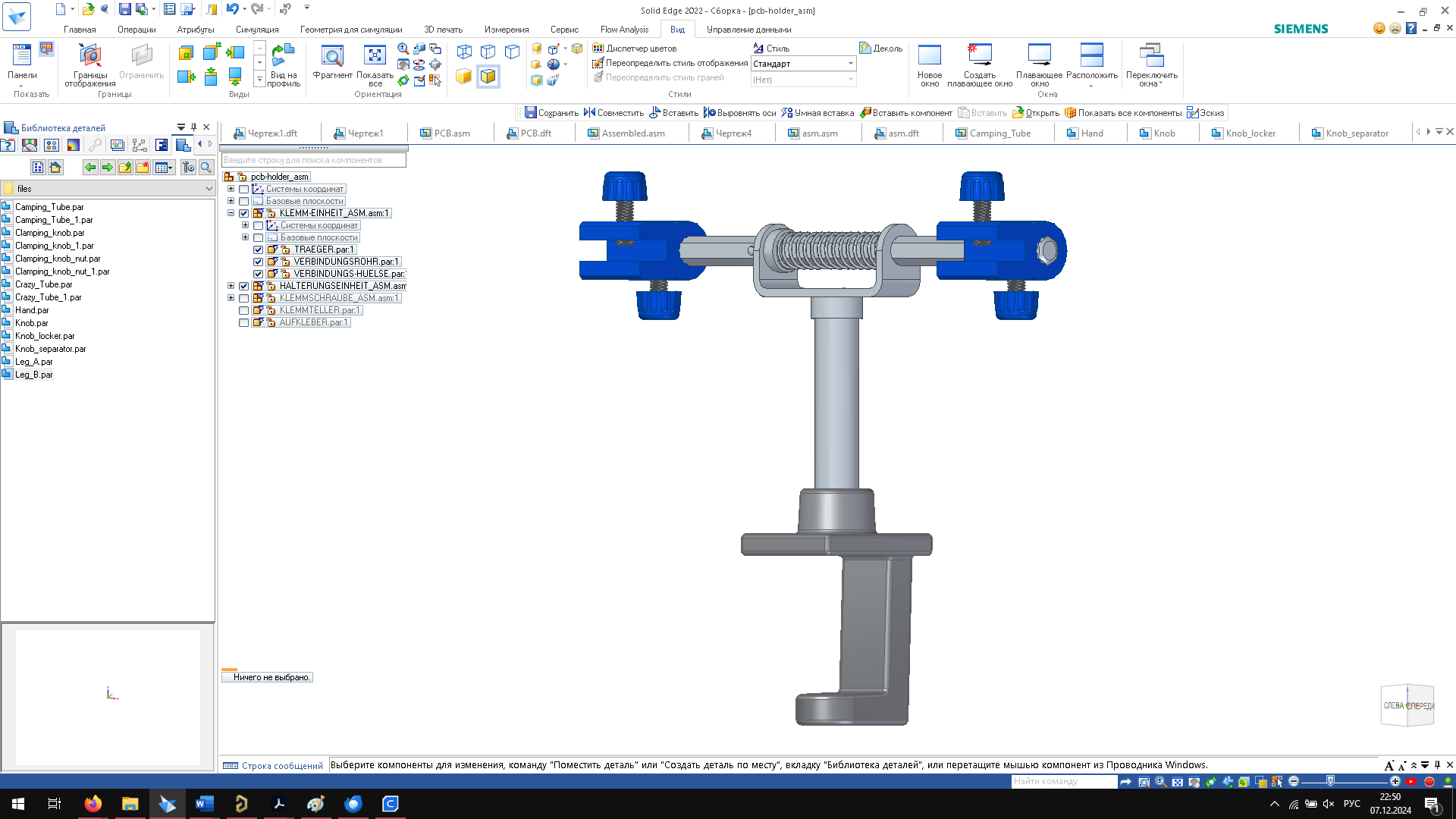


Рисунок 2.7 – Соединение с креплением

В отверстие в стальной основе ввинчивается крепёжных винт.

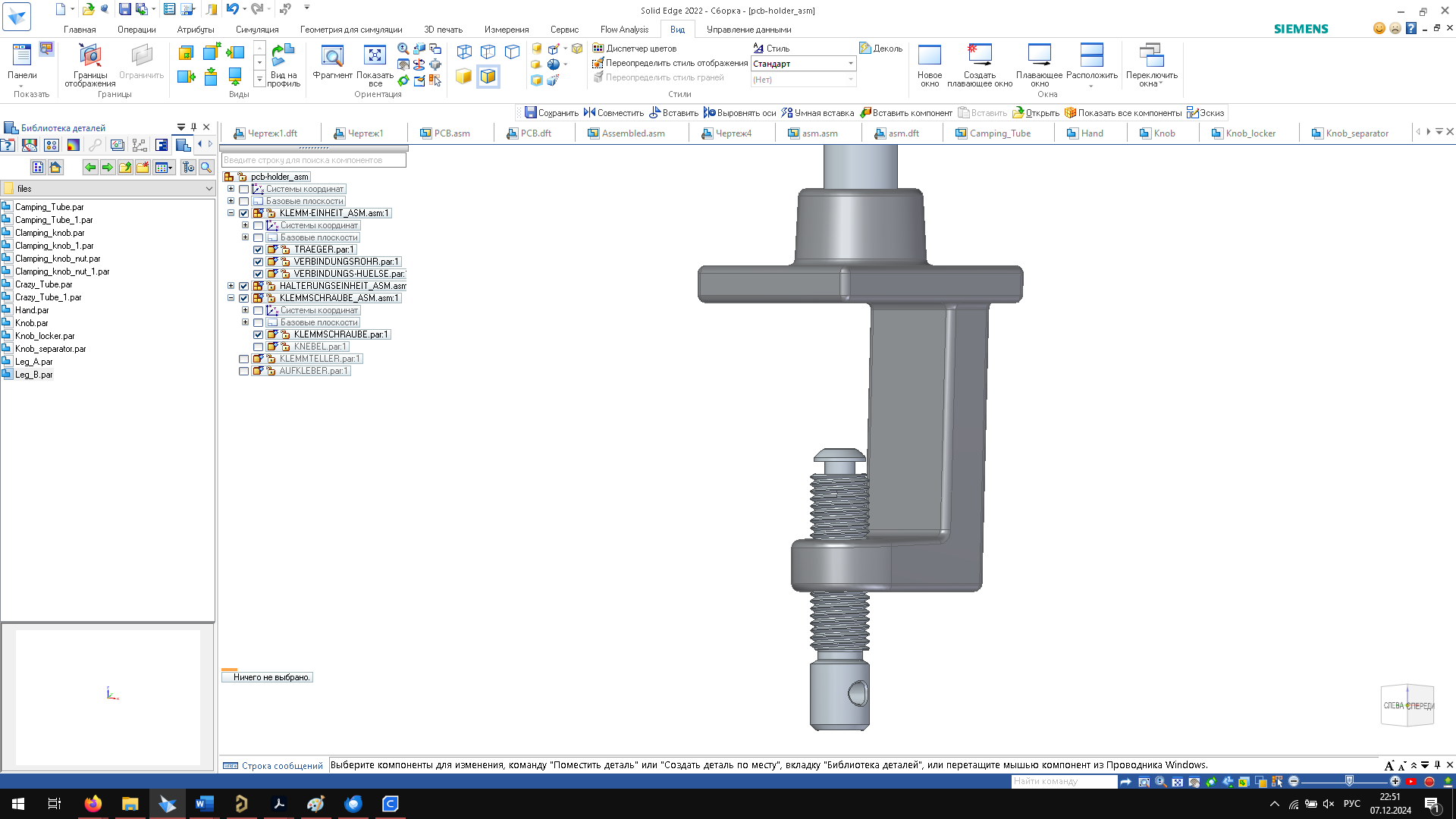


Рисунок 2.8 – Ввинчивание крепёжного винта

С разных сторон винта надеваются резиновая прокладка, а в отверстие в винте продевается металлическая рукоятка.

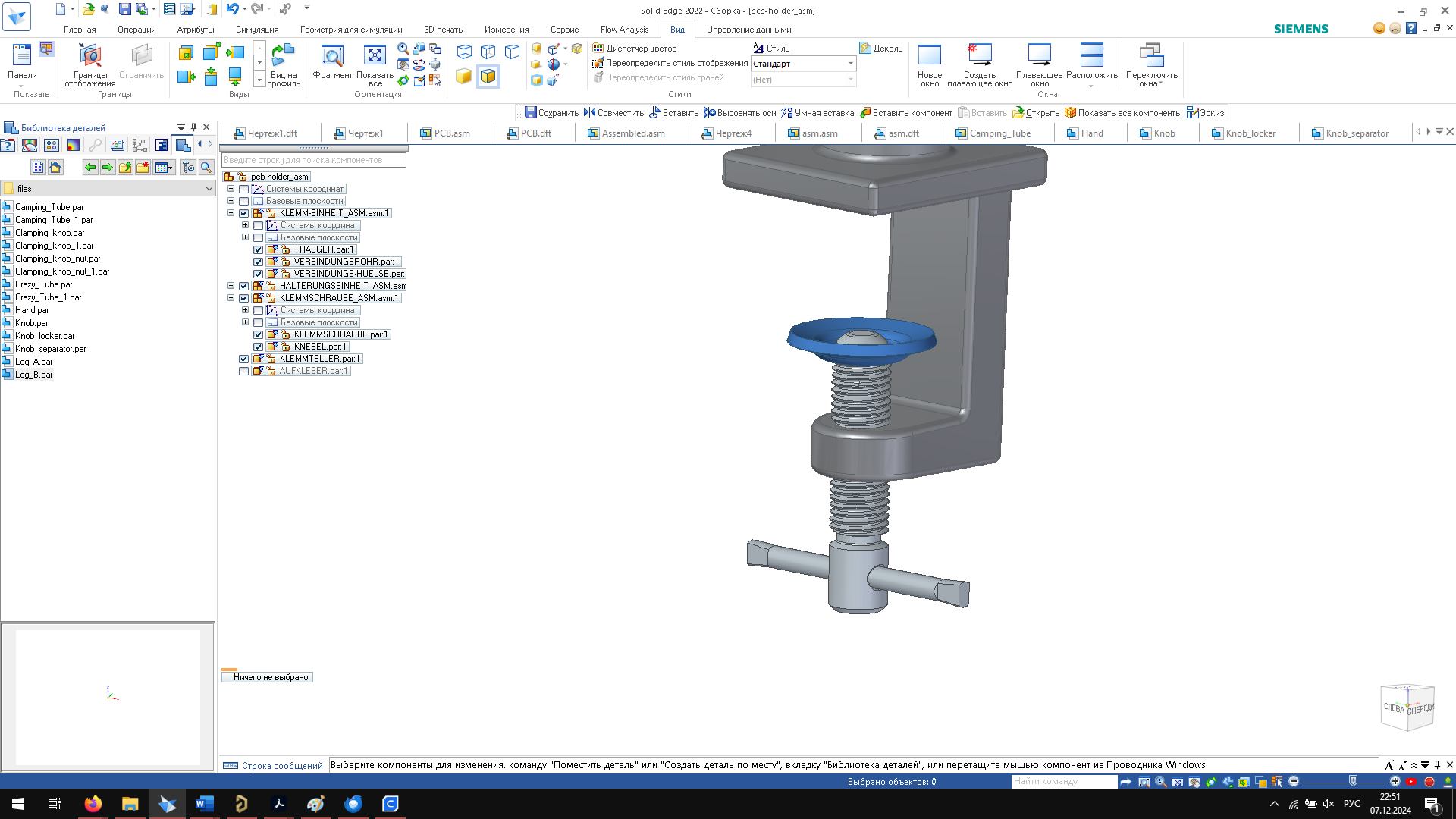


Рисунок 2.9 – Вставка резиновой прокладки и стального стержня

# В результате вышеописанных сборочных операций получается итоговая оснастка для крепления электронных ячеек. Сборочный чертёж оснастки представлен на рисунке 2.10.

# 

Рисунок 2.10 – Сборочный чертёж оснастки

# На сборочном чертеже:

# 1 – рукоятка зажимных винтов,

# 2 – зажимной винт

# 3 – крепление печатной платы,

# 4 – шестигранная ось,

# 5 – пружина,

# 6 – стальная втулка,

# 7 – стальная прокладка,

# 8 – ограничитель,

# 9 – основание крепления,

# 10 – пластиковая подпорка,

# 11 – винт зажима,

# 12 – стальная рукоятка.

# 2.3 Конструкторский расчёт оснастки

Приложенные к заготовке силы должны предотвратить возможный отрыв заготовки, сдвиг или поворот и обеспечить надежное закрепление. Сила зажима заготовки при данном способе закрепление определяется по следующей формуле:

, (2.1)

где Q – усилие закручивания ручки,

L – плечо усилия (радиус ручки),

d – диаметр резьбы винта,

r – средний радиус резьбы винта,

– угол подъёма резьбы винта,

– приведённый угол трения в резьбе,

– коэффициент трения в резьбе,

D – наружный диаметр рукоятки,

d – внутренний диаметр рукоятки.

В данном случае Q = 50Н, L = 5мм, , , , r=4, D=10мм, d=4мм. Расчёт представлен в формуле 2.2

(2.2)

Сила тяжести представлена в формуле 2.3

, (2.3)

, (2.4)

где m – масса груза

g – ускорение свободного падения

Тогда крепление способно выдержать массу:

92кг (2.5)

**Выводы**

В ходе данной главы была разработана технологическая оснастка для этапов лакирования, визуального контроля и селективной пайки пластиковых разъёмов. Для оснастки представлены последовательность сборки приспособления в 3D

Для данной оснастки проведён технологический расчёт максимального удерживаемого креплением веса, а также сделан сборочный чертёж.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В результате работы разработан технологический процесс сборки и монтажа устройства «УМЗЧ на биполярных транзисторах». Были проведены анализы конструкторской документации и сборочного состава, расчет коэффициента технологичности, разработана схема сборки опытного образца, маршрутный технологический процесс сборки опытного образца электронной ячейки, рассчитан такт выпуска, разработана схема сборки электронной ячейки в серийном производстве, маршрутно-операционный технологический процесс, а также электронный макет 3D. Была разработана оснастка для крепления электронной ячейки, описаны последовательность сборки и работа устройства.

# СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Технология радиоэлектронного аппаратостроения. Буловский П.И., Миронов В.М.- М.: Энергия, 1974.

2. Технология элементов ЭВА. - Гриднев В.Н., Малов А.Н. М.: Высшая школа, 1978.

3. Технология ЭВА, оборудование и автоматизация. – Алексеев В.Г., Гриднев В.Н., Нестеров Ю.И.- М.: Высшая школа, 1984.

4. Справочник технолога – приборостроителя. - Малов А.Н.

5. Проектирование маршрутных и операционных ТП в технологии приборостроения. Методические указания к курсовому проекту по курсу «Технология приборостроения». Билибин К.И., Гриднев В.Н.

6. Справочник технолога – приборостроителя /под ред. Скороходова В.А. – М.: Машиностроение, 1980.

7. Технология деталей радиоэлектронной аппаратуры. Учеб. пособие для ВУЗов / С.Е.Ушакова, В.С.Сергеев, А.В.Ключников, В.П.Привалов; Под ред. С.Е.Ушаковой. - М.: Радио и связь, 2002.

8. Зайцев И.В. Технология электроприборостроения: Учеб. пособие для ВУЗов. - М.: Высш. Школа, 2002.