

ФАКУЛЬТЕТ Информатика и системы управления

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

**«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана**

**(национальный исследовательский университет)» (МГТУ им. Н.Э. Баумана)**

КАФЕДРА Проектирование и технология производства электронной аппаратуры

ОТЧЕТ ПО ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКЕ

Студент Круглов Валентин Сергеевич \_

*фамилия, имя, отчество*

Группа ИУ4-73Б \_

Тип практики производственная, конструкторско-технологическая \_

Название предприятия \_ООО «НТЦ "Вулкан"» \_

Студент

Руководитель практики

\_Круглов В.С. \_

*подпись, дата фамилия, и.о.*

\_Селиванов К.В.\_

*подпись, дата фамилия, и.о.*

Оценка

# Аннотация

В работе представлен технологический процесс сборки и монтажа устройства «УМЗЧ на биполярных транзисторах», анализ конструкторской документации и сборочного состава, расчет и анализ коэффициента технологичности, маршрутный технологический процесс сборки и монтажа корпуса модуля в серийном производстве, электронная 3D модель устройства.

В работе представлено приспособление для крепления платы во время пайки и проведены необходимые конструкторские расчеты.

Ключевые слова: изделие, электронное устройство, технологический процесс, сборка, монтаж, приспособление.

**Оглавление**

[Аннотация 2](#_Toc176007287)

[ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ 4](#_Toc176007288)

[Введение 5](#_Toc176007289)

[1. Основная часть 7](#_Toc176007290)

[1.1. История ООО «НТЦ "Вулкан"» 7](#_Toc176007291)

[1.2. Сфера деятельности компании 8](#_Toc176007292)

[1.3. Общая характеристика отдела аппаратной разработки 9](#_Toc176007293)

[1.4. Обзор используемых САПР 9](#_Toc176007294)

[1.5. Практика на предприятии 12](#_Toc176007295)

[2. Описание разрабатываемого устройства «УМЗЧ на биполярных транзисторах» 13](#_Toc176007296)

[РТЗ2 Прототип оснастки 15](#_Toc176007297)

[Заключение 16](#_Toc176007298)

[Список литературы 17](#_Toc176007299)

# ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

|  |  |
| --- | --- |
| АСУ | – автоматизированная система управления |
| ГОСТ | – государственный стандарт |
| ГИС | – гибридная интегральная микросхема |
| ЕСКД | – единая система конструкторской документации |
| ЕСТД | – единая система технологической документации |
| КД | – конструкторская документация |
| НИР | – научно-исследовательская работа |
| НЧ | – низкая частота |
| ОКР | – опытно-конструкторская работа |
| ОП | – опытное производство |
| ПК | – персональный компьютер |
| ПО | – программное обеспечение |
| РЭБ | – радиоэлектронная борьба |
| РЭС | – радиоэлектронные средства |
| САПР | – система автоматизированного проектирования |
| СВЧ | – сверхвысокая частота |
| СМК | – система менеджмента качества |
| СРГ | – соединитель радиочастотный герметичный |
| ТБ | – техническое бюро |
| ТД | – технологическая документация |
| ТЗ | – техническое задание |
| ТНК | – технико-нормировочная карта |
| ТУ | – технические условия |
|  |  |

# Введение

Производственная практика проводилась в ООО «НТЦ "Вулкан"», ТБ подразделения (технология изготовления микроэлектроники). Главной целью данной практики являлось ознакомление с будущей специальностью на примере работы конструкторских и технологических отделов предприятия.

Задачи практики:

1. Изучение информации о предприятии (история, направления деятельности и т.д.);
2. Составить общую характеристику отдела, в котором проходила практика;
3. Ознакомиться с работой инженера-конструктора и инженера-технолога;
4. разработать технологию сборки электронного изделия;

В работе представлен разработанный технологический процесс сборки и монтажа электронного устройства «Устройство звуковой сигнализации Блок ВГ-55Т», а также конструкция приспособления для выполнения операции формовки выводов компонентов.

# 

# Практика на предприятии

# История ООО «НТЦ "Вулкан"»

Компания создана в 2010 году как эксперт и интегратор в области технологий информационной безопасности. Также с первых дней работы НТЦ «Вулкан» в его структуре присутствовали подразделения, выполняющие прикладные исследования и разработки в сфере защиты информации и в смежных областях. Планомерное развитие в течение нескольких последующих лет определило три ключевых направления: кибербезопасность, микроэлектроника, разработка программного обеспечения.

В компании сформированы экспертные компетенции по «тяжелым» технологиям защиты информации, роль флагмана среди которых отведена таким системам, как SIEM, SOAR, IRP, TIP. Выполнен целый ряд знаковых проектов в финансовой, энергетической, телекоммуникационной отраслях, при подготовке олимпиады в Сочи и чемпионата мира по футболу. Налажены и развиваются партнерские отношения с ведущими компаниями-разработчиками средств защиты информации, осваиваются новые продукты и решения. Установлены профессиональные связи в ИБ- и ИТ-сообществе, наработан опыт совместного выполнения проектов в альянсе с другими интеграторами.

К настоящему времени специалистами «Вулкана» выполнено множество заказных разработок ПО, которые нашли применение как в государственном, так и в коммерческом секторе экономики. Созданы и развиваются компетенции в области технологий сбора данных, анализа сетевого трафика, визуальной аналитики, технологий Big Data и обработки неструктурированной информации, машинного обучения.

Профильными специалистами ведутся проекты по анализу защищенности аппаратных и программных комплексов, а также исследования безопасности микроэлектронных устройств. Востребованными являются компетенции и практика решения задач "на железе", которые позволяют улучшить защищенность и продуктивность работы организаций.

# Сфера деятельности компании

Компания занимается:

1. Обеспечением кибербезопасности организаций;
2. Разработкой прикладного ПО (преимущественно заказных информационно-аналитических систем);
3. Исследованиями в области безопасности ПО и аппаратных комплексов;
4. Созданием embedded-решений (от идеи до серийного устройства с необходимым системным и прикладным ПО);
5. Системной интеграцией и оказанием сервисных ИТ/ИБ-услуг (от изящного комплайнса до хардкорных пентестов);
6. Созданием систем визуализации в VR/AR.

В сфере ИБ интересы сосредоточены на создании экосистем кибербезопасности. Компания разворачивает средства и механизмы защиты информации, обеспечиваем соответствие требованиям, проводим контроль и анализ защищенности, разрабатывает программное обеспечение – поисковые и аналитические системы, средства мониторинга Интернет-СМИ и социальных сетей, инструменты анализа информационных угроз, системы поддержки принятия решений, системы оперативной визуализации на базе технологий виртуальной реальности.

В микроэлектронике проектируются и создаются микропроцессорные изделия, проводится контроль безопасности микроэлектронных устройств для ответственных сфер применения.

# Общая характеристика отдела аппаратной разработки

Отдел аппаратной разработки включает в себя команду инженеров, которые занимаются проектированием и созданием аппаратных компонентов и устройств. Это могут быть интегральные схемы (микросхемы), печатные платы, процессоры, контроллеры, сенсоры, а также другие электронные компоненты. Работа отдела аппаратной разработки начинается с определения требований к новому продукту или устройству, проведения анализа этих требований и разработки концепции дизайна. Инженеры аппаратной разработки создают схемы и прототипы будущих устройств, используя специализированные программы для проектирования электроники. Они занимаются разработкой схем подключения компонентов, оптимизацией энергопотребления, управлением тепловыделением и другими аспектами проектирования. После создания прототипа устройства проводятся испытания и отладка для проверки его работоспособности, соответствия требованиям и стабильной работы. Инженеры могут также заниматься улучшением существующих аппаратных решений, адаптацией их под новые требования и стандарты, а также разработкой новых технологий для улучшения производительности и функциональности устройств. Отдел аппаратной разработки играет важную роль в процессе создания инновационной и конкурентоспособной продукции на рынке электроники.

# Обзор используемых САПР

На предприятии для разработки электронных устройств в основном используется САПР Altium designer от компании Altium, а для разработки программного обеспечения для микроконтроллеров – Visual Studio Code от компании Microsoft.

Altium Designer – комплексная система автоматизированного проектирования электронных модулей на базе печатных плат, которая позволяет выполнять полный спектр проектных задач: от создания концепции функционирования до выпуска полного комплекта конструкторских и производственных данных. Altium Designer является самым распространенным средством проектирования печатных плат для разработчиков и конструкторов. Это простое, мощное, современное решение, которое включает в себя все функциональные возможности для создания схем и плат в едином интерфейсе, с простой системой лицензирования.

Унифицированная модель данных в Altium Designer обеспечивает быстрое эффективное проектирование новых электронных изделий благодаря единым правилам и синхронизации. Оптимизированное единообразие интерфейса во всех редакторах (схемный символ, посадочное место, схема, плата, выходной документ и т.д.) делает процесс проектирования высокопроизводительным и устраняет традиционные слабости и ошибки ручной синхронизации данных между различными редакторами. Интерфейс программы представлен на рисунке 9.

Ключевые возможности:

1. Схемотехническое проектирование;
2. Управление компонентами;
3. Смешанный анализ;
4. Проектирование топологии;
5. Разработка гибко-жестких печатных плат и многомодульных конструкций;
6. Интерактивная трассировка;
7. Взаимодействие с MCAD (САПР для разработки механики);
8. Управление данными;
9. Формирование документации;

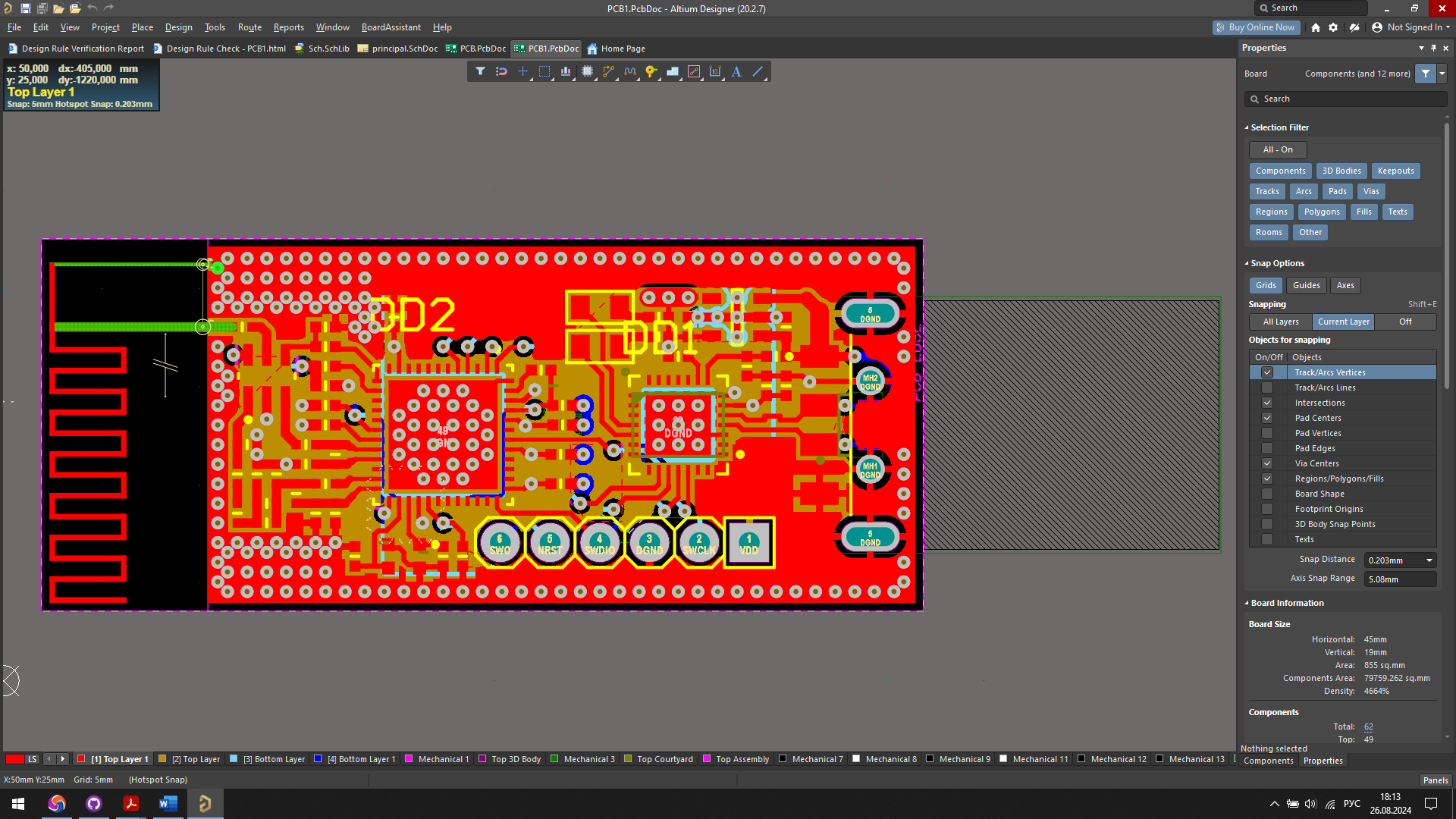


Рисунок 1 – Интерфейс Altium Designer в открытом режиме

Visual Studio Code — текстовый редактор исходного кода. Позиционируется как «лёгкий» редактор кода для кроссплатформенной разработки веб- и облачных приложений. Включает в себя отладчик, инструменты для работы с Git, подсветку синтаксиса, IntelliSense и средства для рефакторинга. Имеет широкие возможности для кастомизации: пользовательские темы, сочетания клавиш и файлы конфигурации. Распространяется бесплатно, разрабатывается как программное обеспечение с открытым исходным кодом, но готовые сборки распространяются под проприетарной лицензией. Он имеет многоязычный интерфейс пользователя и поддерживает ряд языков программирования. Многие возможности Visual Studio Code недоступны через графический интерфейс, зачастую они используются через палитру команд или JSON-файлы (например, пользовательские настройки). Оно предоставляет разработчикам широкие возможности для редактирования, отладки и тестирования кода. Посредством встроенного в продукт пользовательского интерфейса можно загрузить и установить несколько тысяч расширений только в категории «programming languages» (языки программирования).

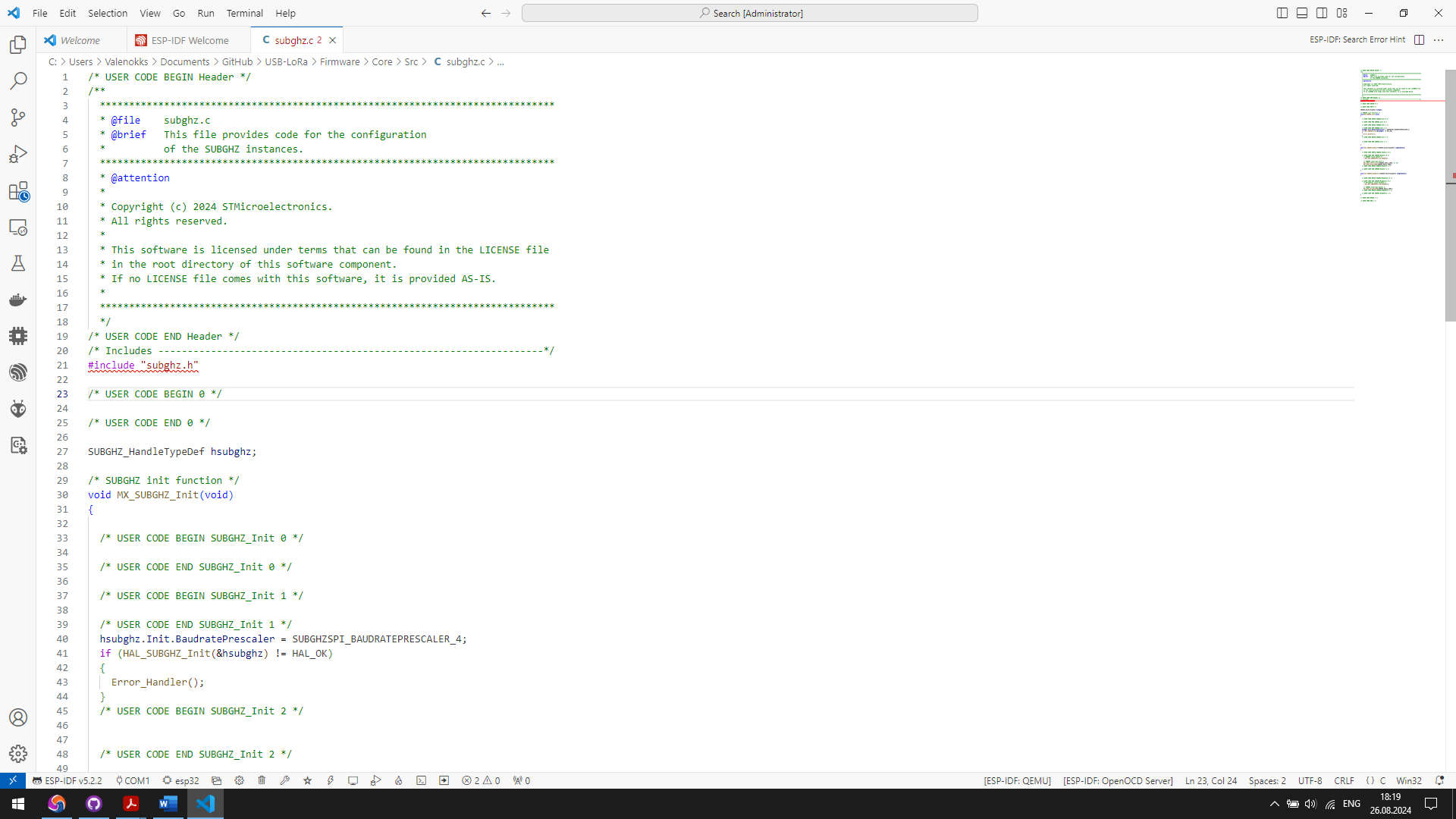


Рисунок 2 – Интерфейс Visual studio code в открытом режиме

Аналогами Altium designer являются: Kicad, Autodesk EAGLE, Delta design. Аналоги Visual studio code: Notepad++, Sublime text, Atom.

# Содержание практики

В ходе производственной практики были проведены следующие мероприятия:

1. Организационное собрание;
2. Инструктаж по технике безопасности, охране труда и др.;
3. Лекции по:
   1. Устройству и архитектуре микроконтроллеров;
   2. Интерфейсам ввода-вывода;
   3. Тактированию МК и прерываниям;
   4. Памяти микроконтроллера и механизму DMA;
4. Лабораторные работы по:
   1. Управлению контактами МК;
   2. Управлению интерфейсом UART;
   3. Разработке HTTP-сервера на;
   4. Работе с датчиком BME280;
5. Итоговое собрание

# Анализ устройства «УМЗЧ на биполярных транзисторах»

* 1. **Анализ полученной документации**

На предприятии был получен комплект документации на устройства “УМЗЧ на биполярных транзисторах”. В комплект входит схема электрическая принципиальная (рис. 5) и изображение печатной платы (рис. 6).

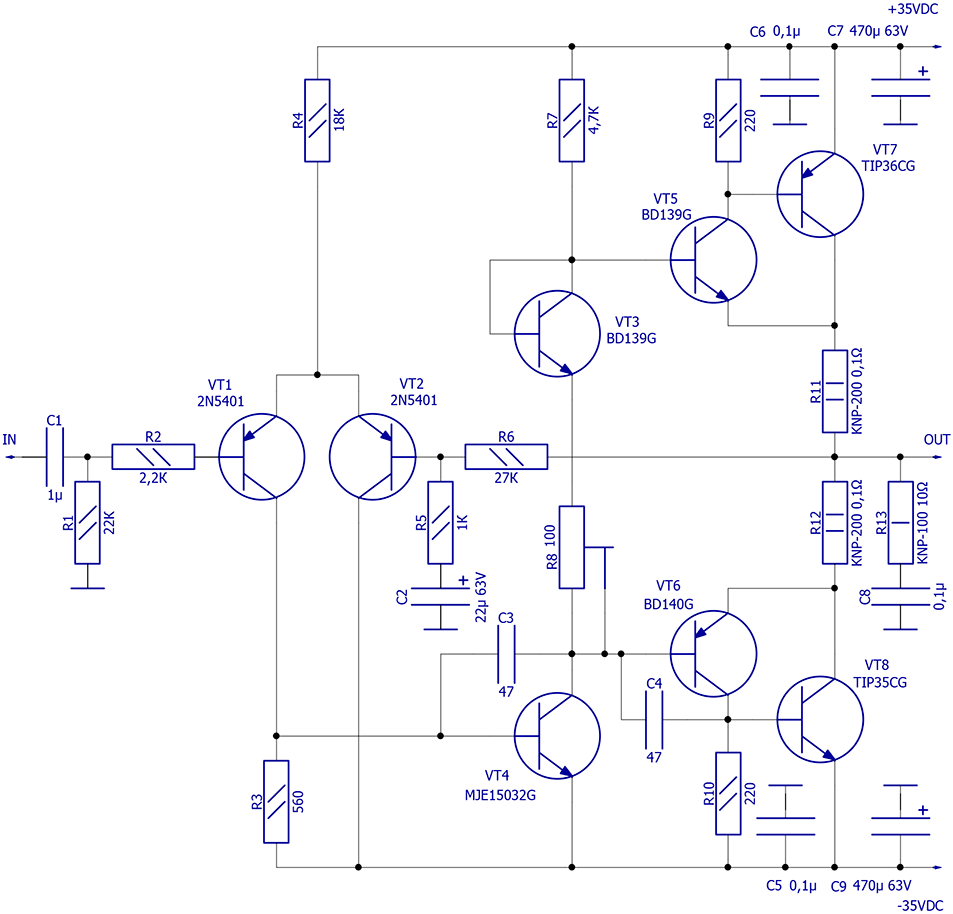


Рисунок 5 – Полученное изображение принципиальной схемы устройства

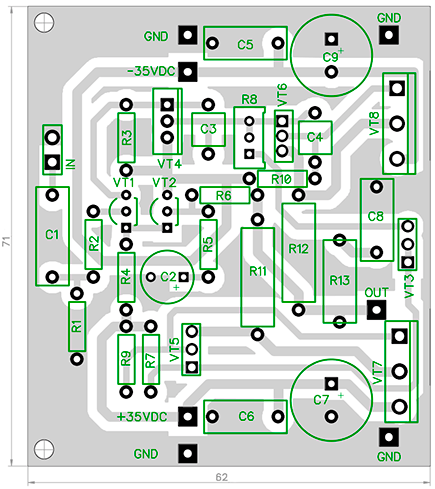


Рисунок 6 – Полученное изображение печатной платы устройства

УМЗЧ на биполярных транзисторах является недорогим, простым и мощным устройством. При напряжении питания ±35 В, схема выдает около 60 Вт на канал, что показывает свою надёжность и стабильность, простоту, дешевизну в изготовлении и качественными показателями. Устройство в сборе предоставлено на рисунке 7.

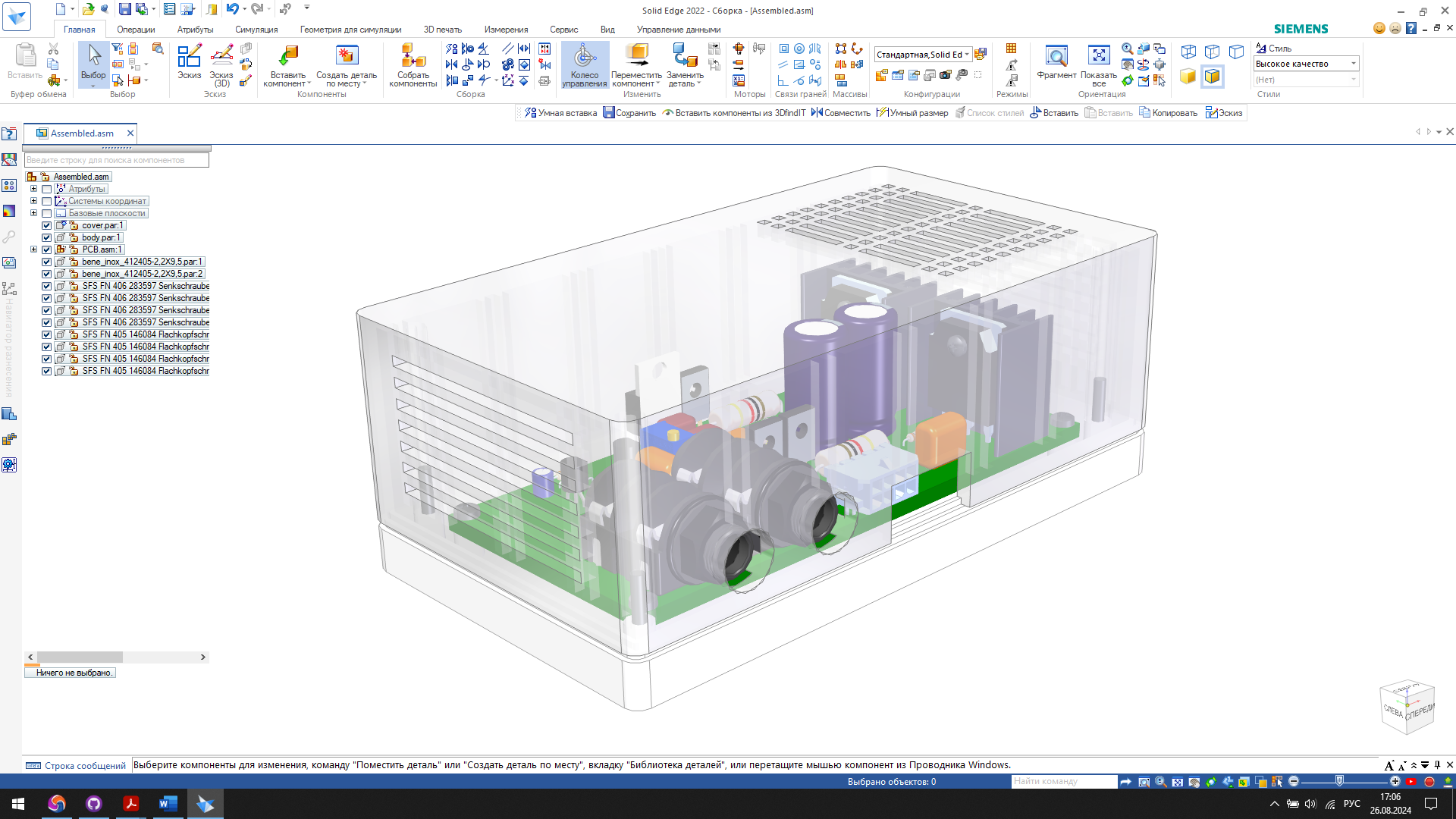


Рисунок 7 – УМЗЧ на биполярных транзисторах в сборе

* 1. **Принцип работы устройства**

Дифференциальный каскад выполнен на двух транзисторах структуры PNP - VT1, VT2. За ООС и общее усиление схемы отвечает цепь на R5-C2 и R6. По напряжению сигнал усиливается транзистором VT4 и подаётся на усилитель мощности (тока) VT5, VT7 и VT6, VT8.

Выбор в качестве VT4 был выбран MJE15032G поскольку он обусловлен хорошими характеристиками на ВЧ. Характерной особенностью такого включения выходного каскада, является малый ток покоя 50-60 мА. Для термостабилизации используется транзистор VT3 в диодном включении.

# Разработка конструкторской документации для устройства «УМЗЧ на биполярных транзисторах»

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».

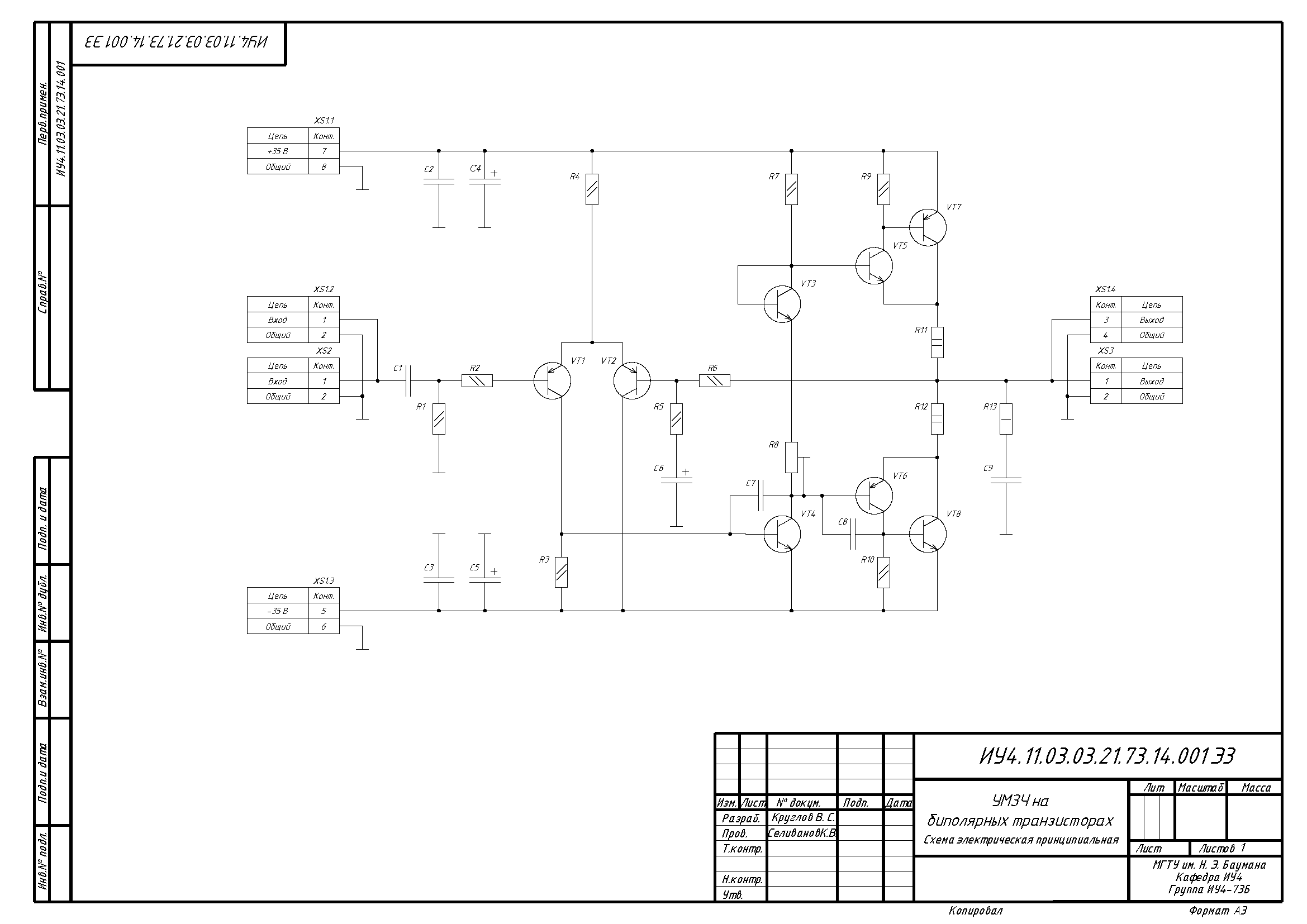


Рисунок 8 – Схема электрическая принципиальная УМЗЧ

После выбора элементной базы был составлен перечень элементов схемы (ПЭ3) согласно ГОСТ 2.701-2008. Перечень элементов ПЭ3) представлен на рисунках 9…10, а также документом ИУ4.11.03.03.21.73.14.001 ПЭ.

Все компоненты выбранные компоненты – КМО. Для упрощения технологии сборки не использованы КМП, чтобы избежать гибридных компоновок электронной ячейки.

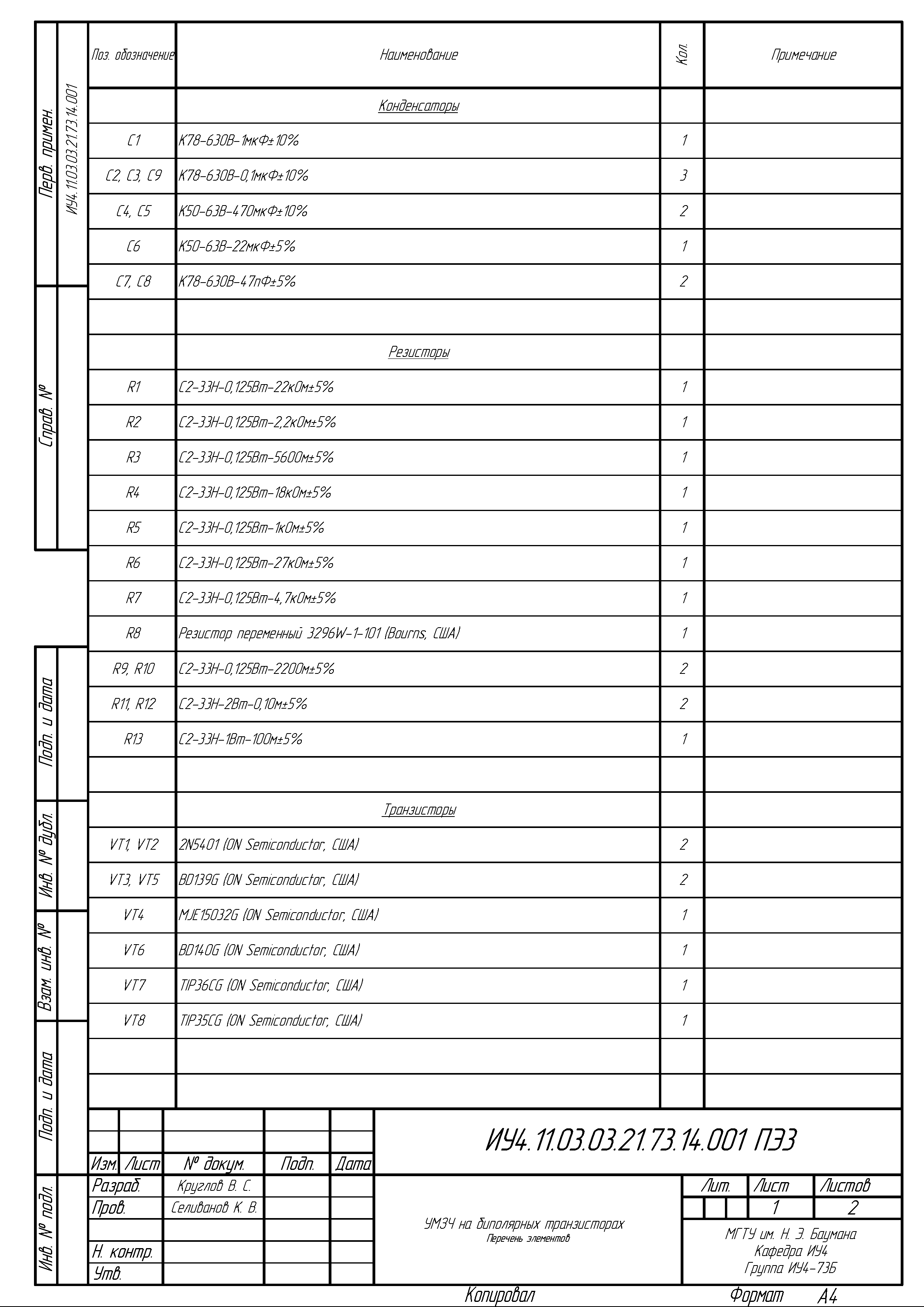


Рисунок 9 – Перечень элементов УМЗЧ, первая страница

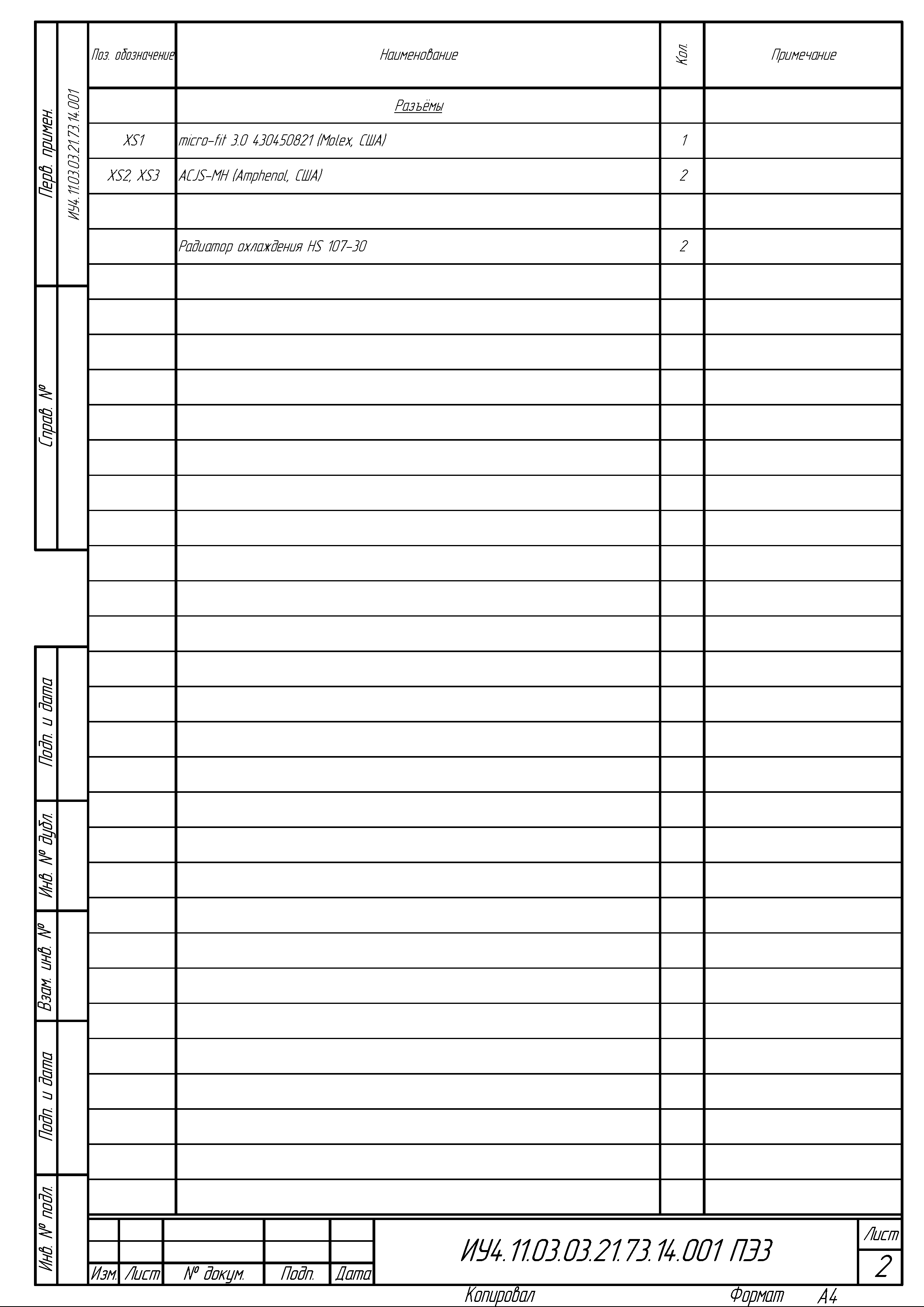


Рисунок 10 – Перечень элементов УМЗЧ, последняя страница

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 11, а также чертеже ИУ4.11.03.03.21.73.14.002.

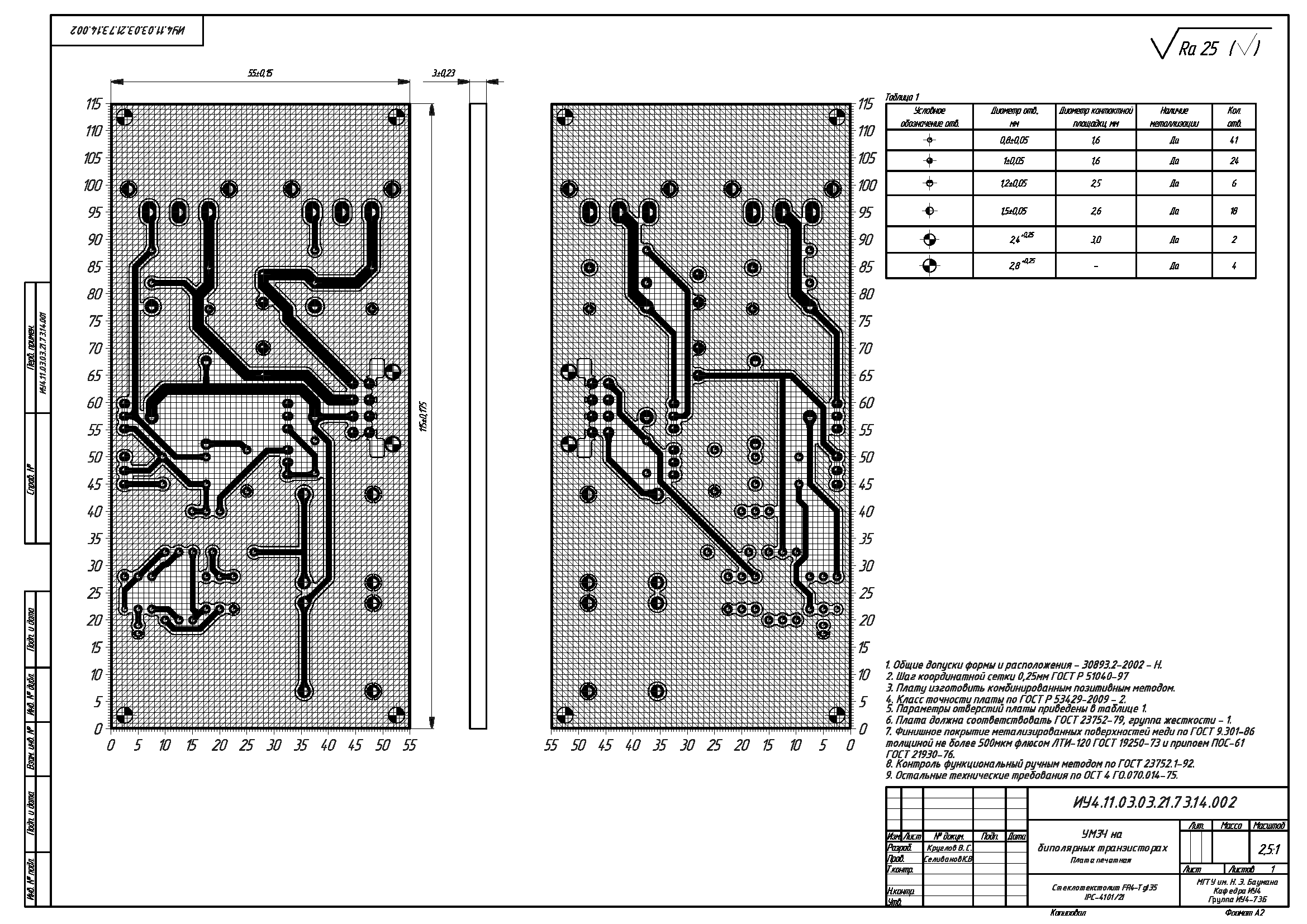


Рисунок 11 –Плата печатная УМЗЧ

На основе топологии печатной платы был разработан сборочный чертеж электронной ячейки. На нем указана информация, необходимая для сборки платы. На рисунке 12, 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).

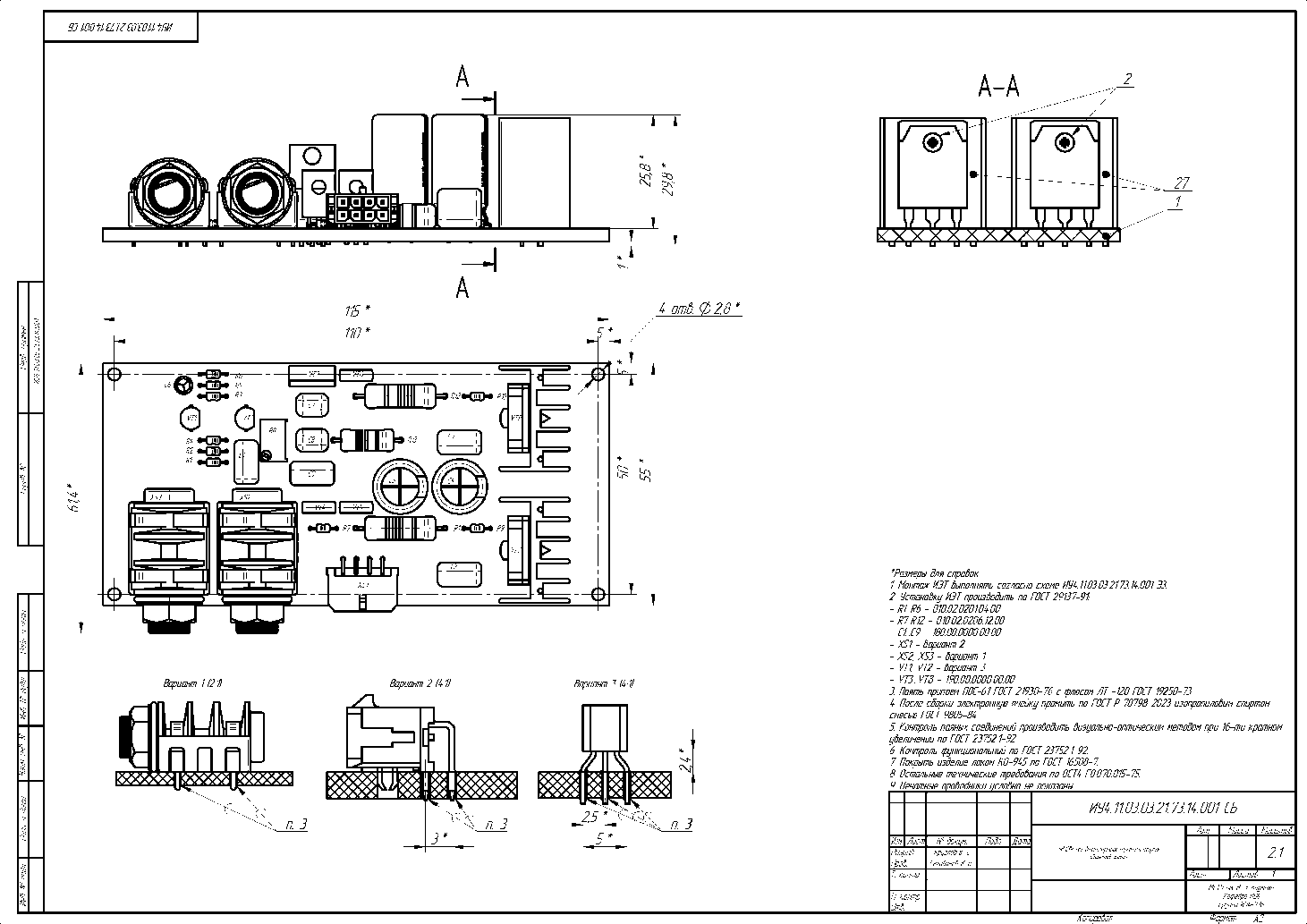
Габариты электронной ячейки и печатной платы подобраны специально под корпус G1098 компании Gainta, что позволяет не производить корпус самостоятельно, а покупать их, дополнительно просверлив необходимые отверстия под разъёмы и вентиляцию.

Рисунок 12 – 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 13…14 и непосредственно в самом документе спецификации ИУ4.11.03.03.21.73.14.001.

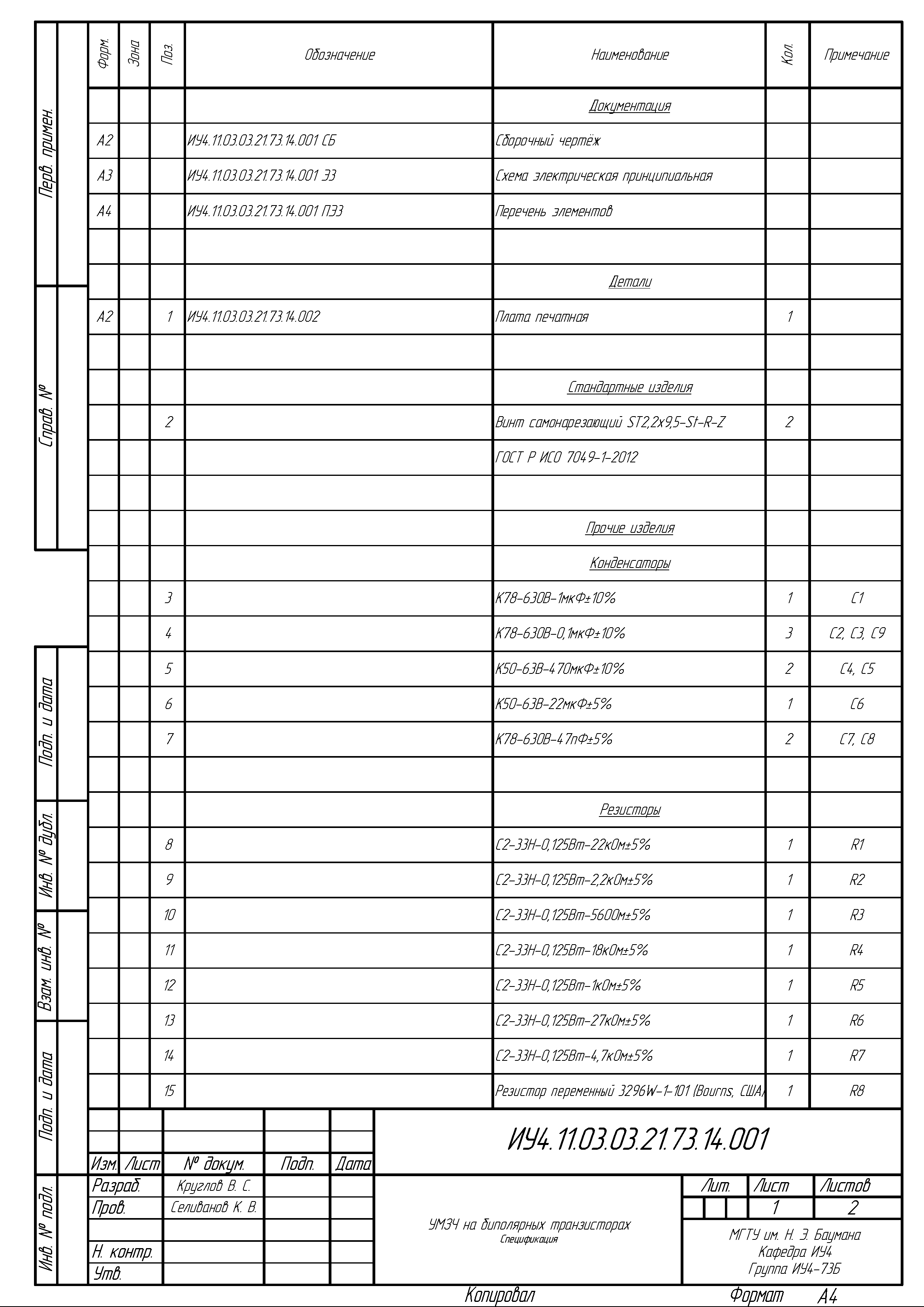


Рисунок 13 – Спецификация УМЗЧ, первая страница

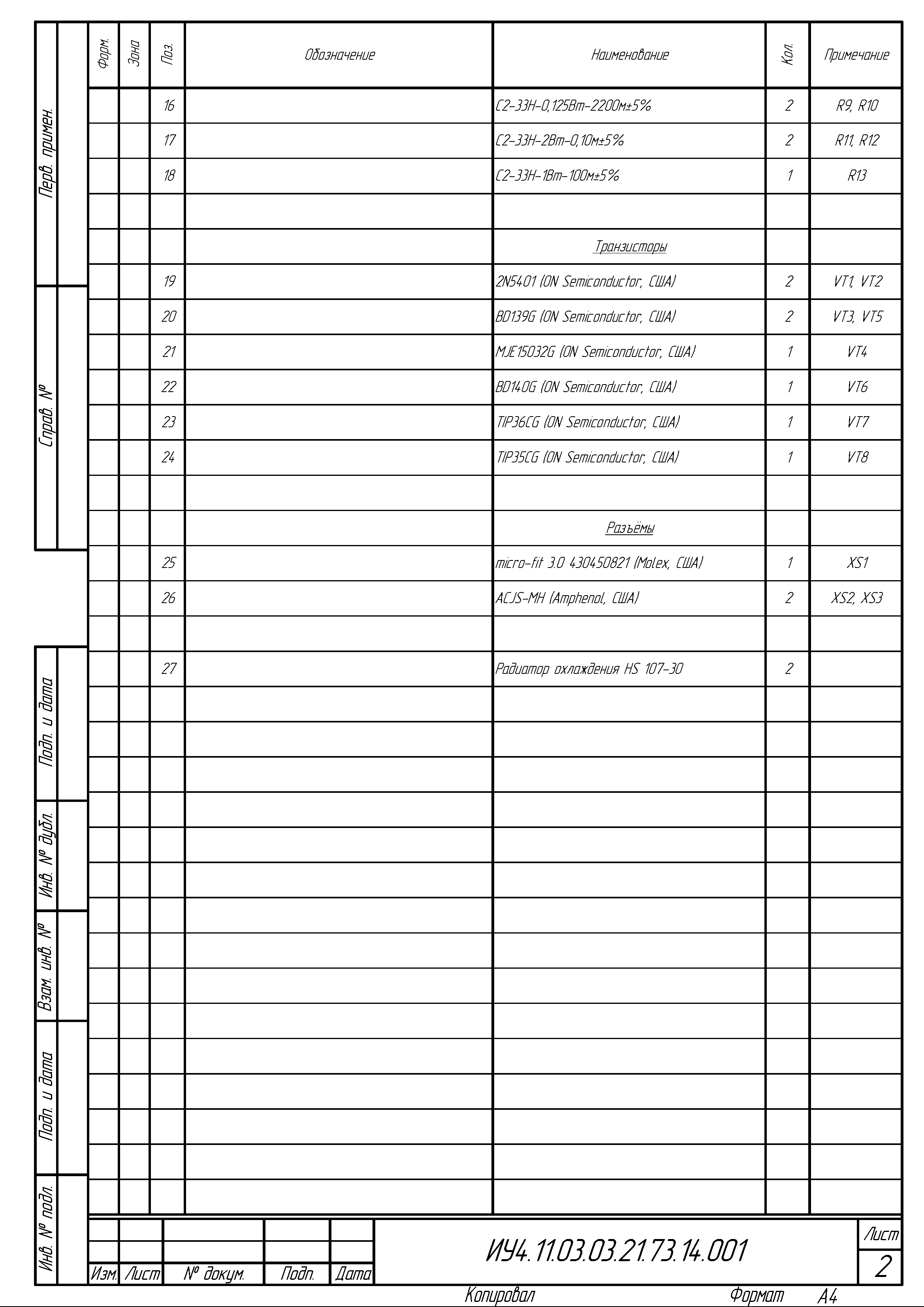


Рисунок 14 – Спецификация УМЗЧ, последняя страница

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. 15, чертёж ИУ4.11.03.03.21.73.14.004), основание корпуса (рис. 16, чертёж ИУ4.11.03.03.21.73.14.005), сборочный чертёж корпуса (рис. 17, 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.

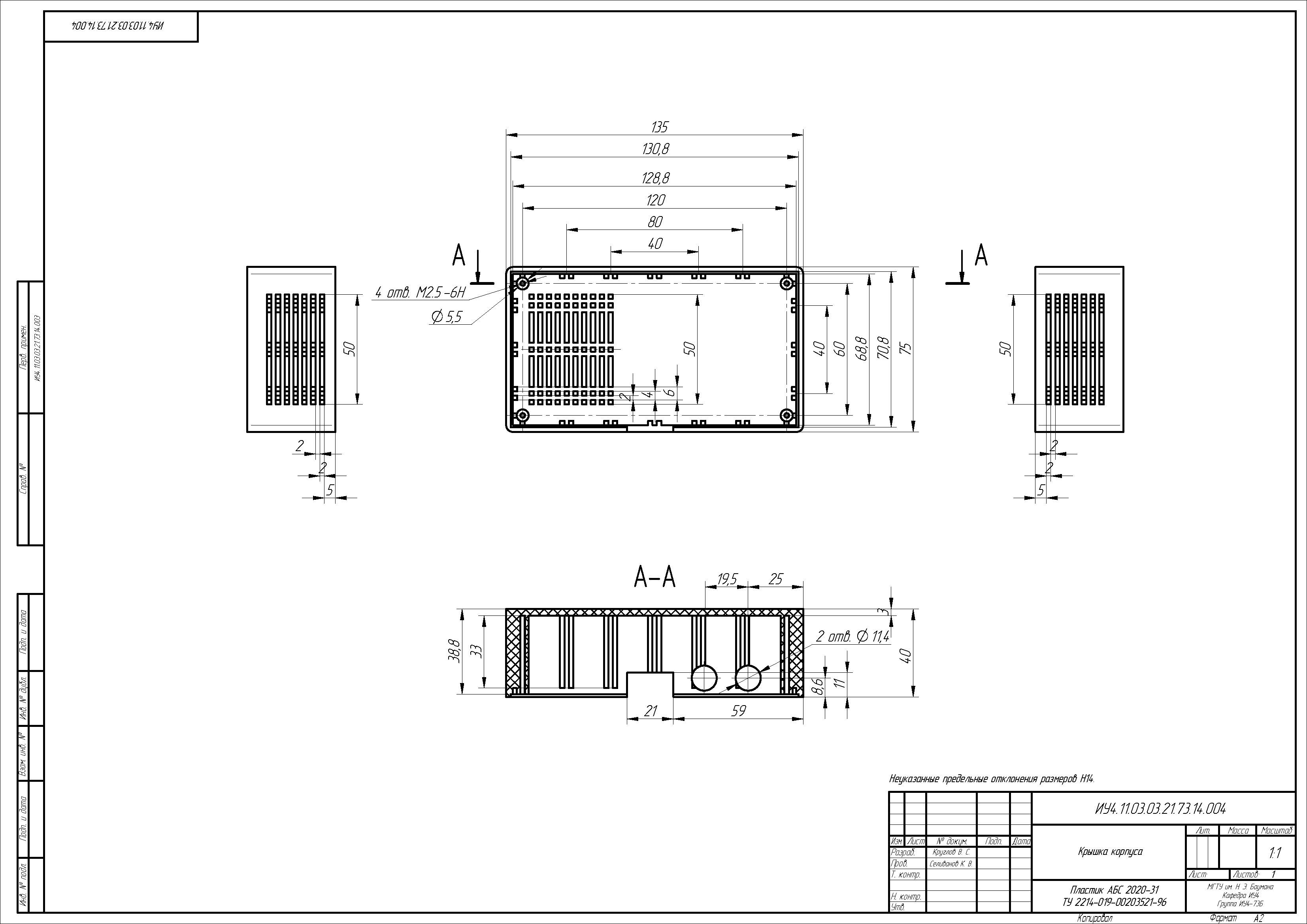


Рисунок 15 – Крышка корпуса

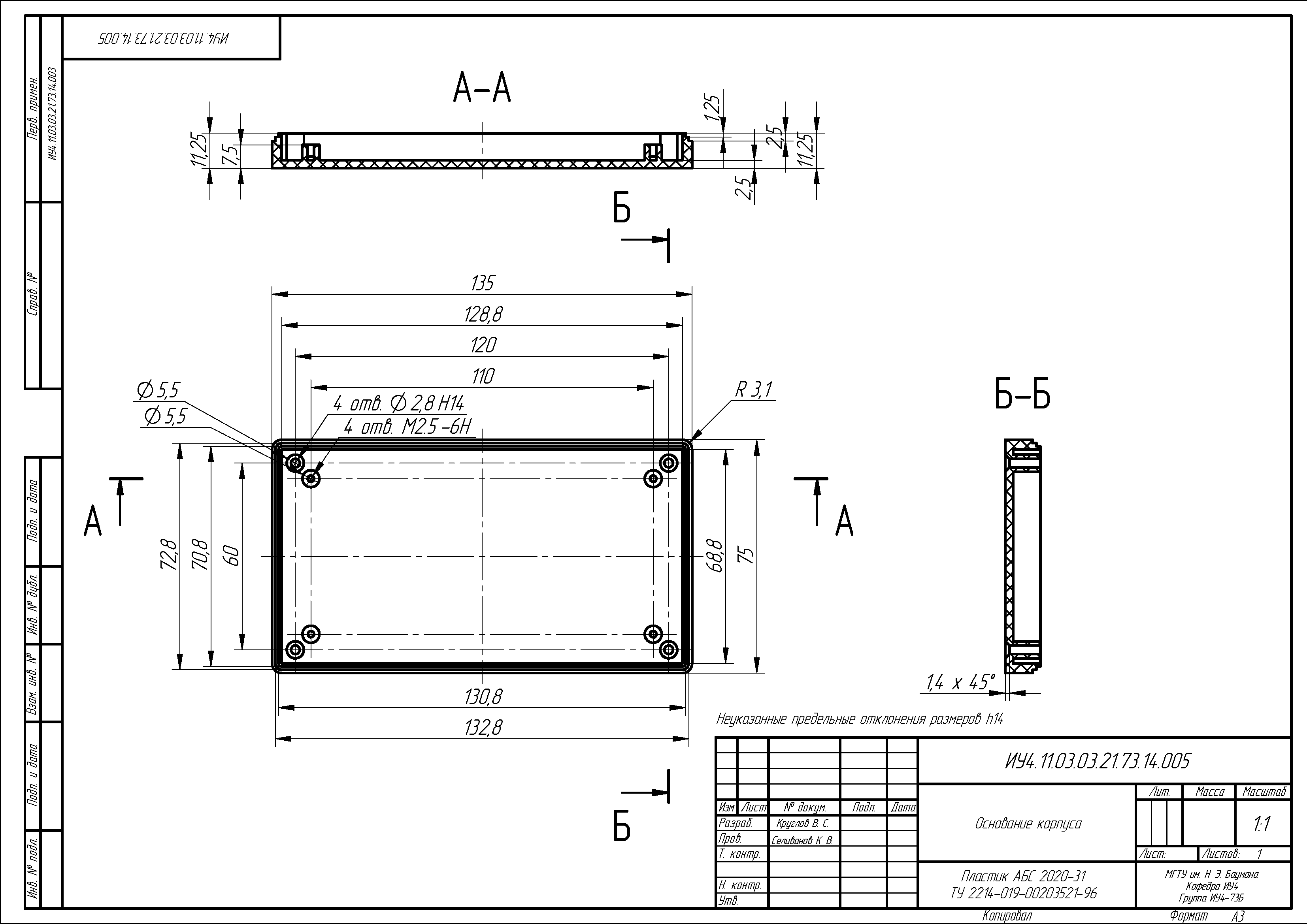


Рисунок 16 – Основание корпуса

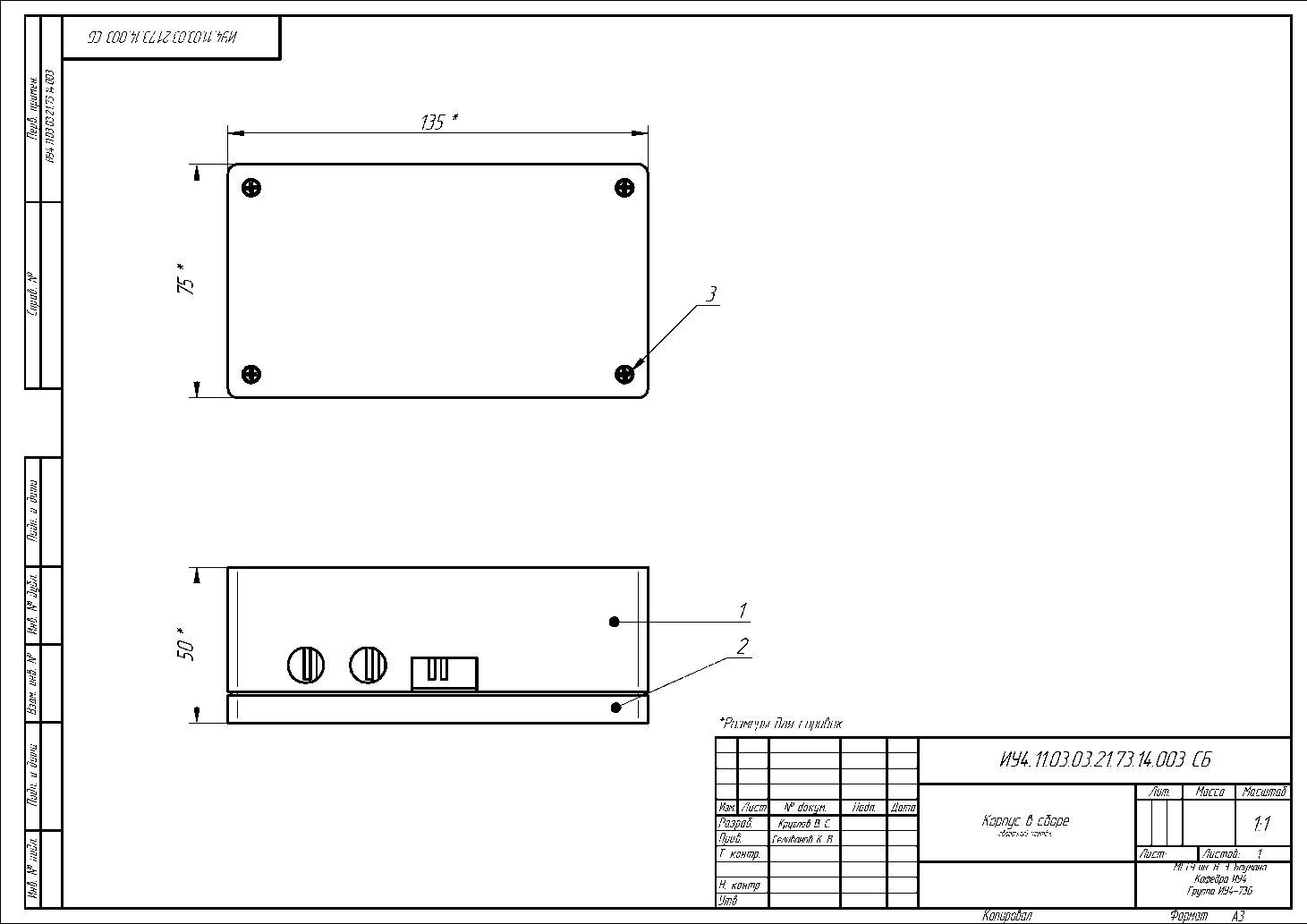


Рисунок 17 – Сборочный чертёж корпуса

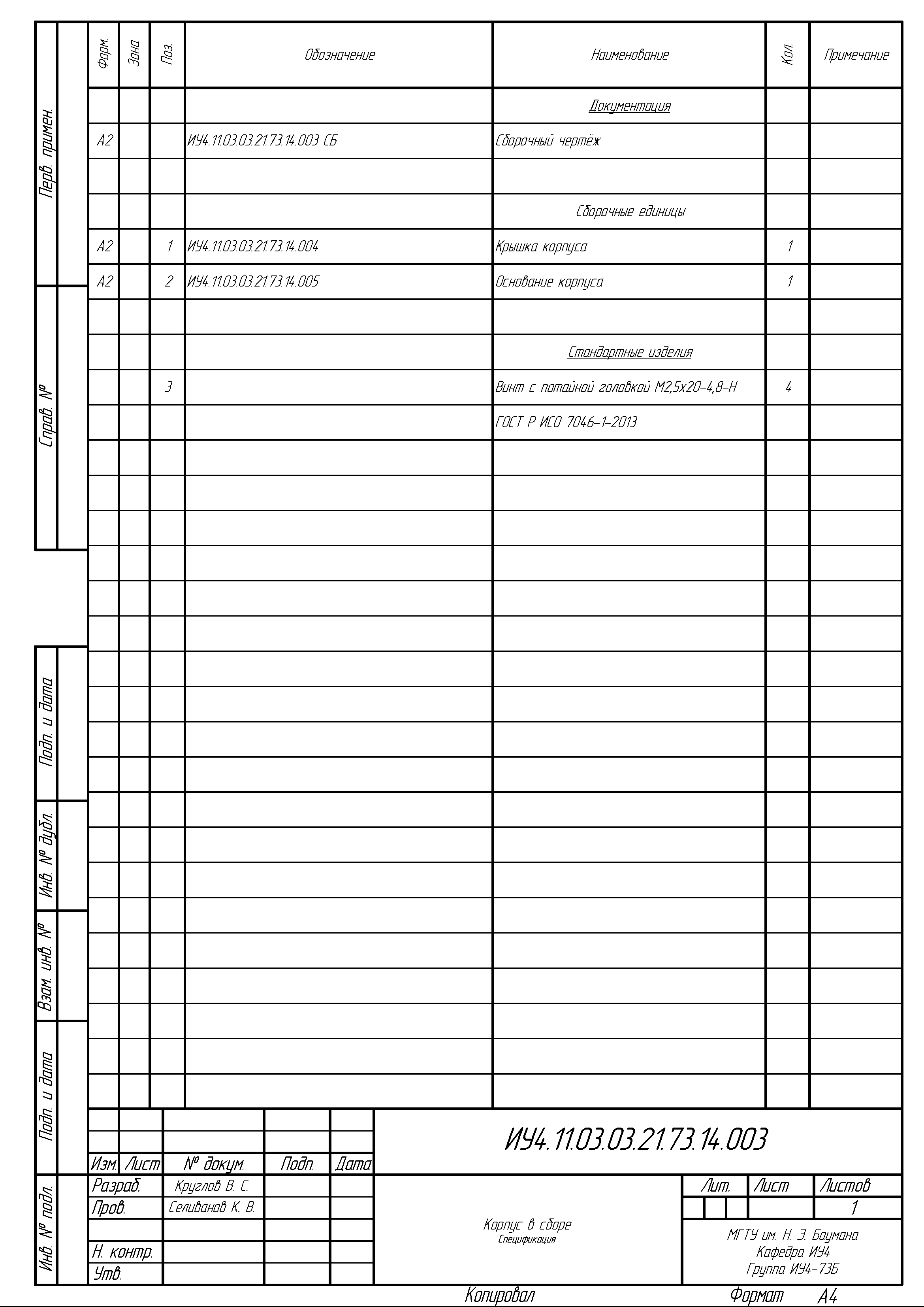
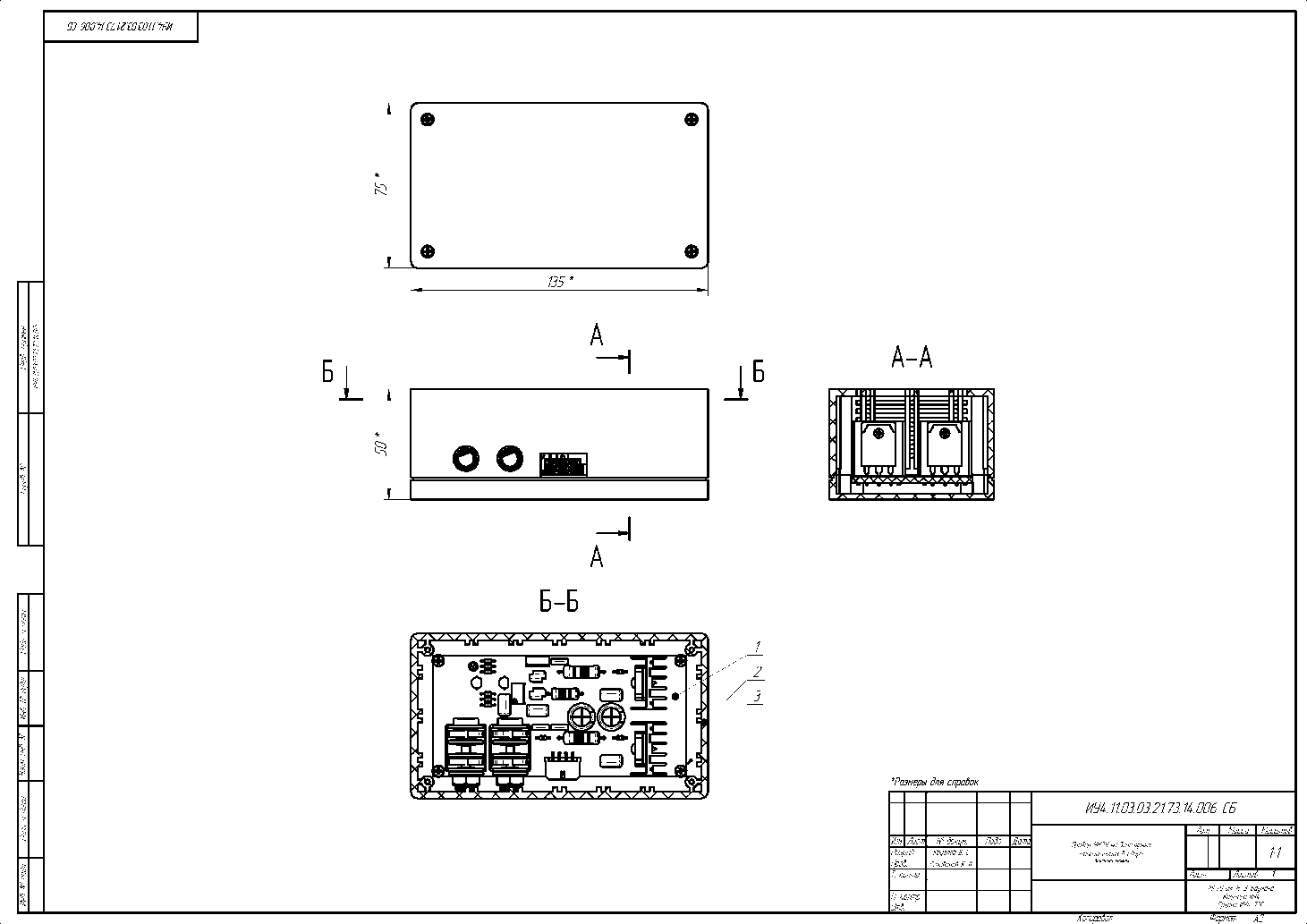
 Рисунок 18 – Спецификация корпуса

Чертёж сборки итогового устройства (корпуса с электронной ячейкой) представлен на рисунке 19 и чертеже ИУ4.11.03.03.21.73.14.006 СБ. Для крепления электронной ячейки к основанию корпуса используются винты со скруглённой головкой.

Спецификация на итоговое устройство представлена на рисунке 20 и в документе ИУ4.11.03.03.21.73.14.006.

Рисунок 19 – Сборочный чертёж прибора

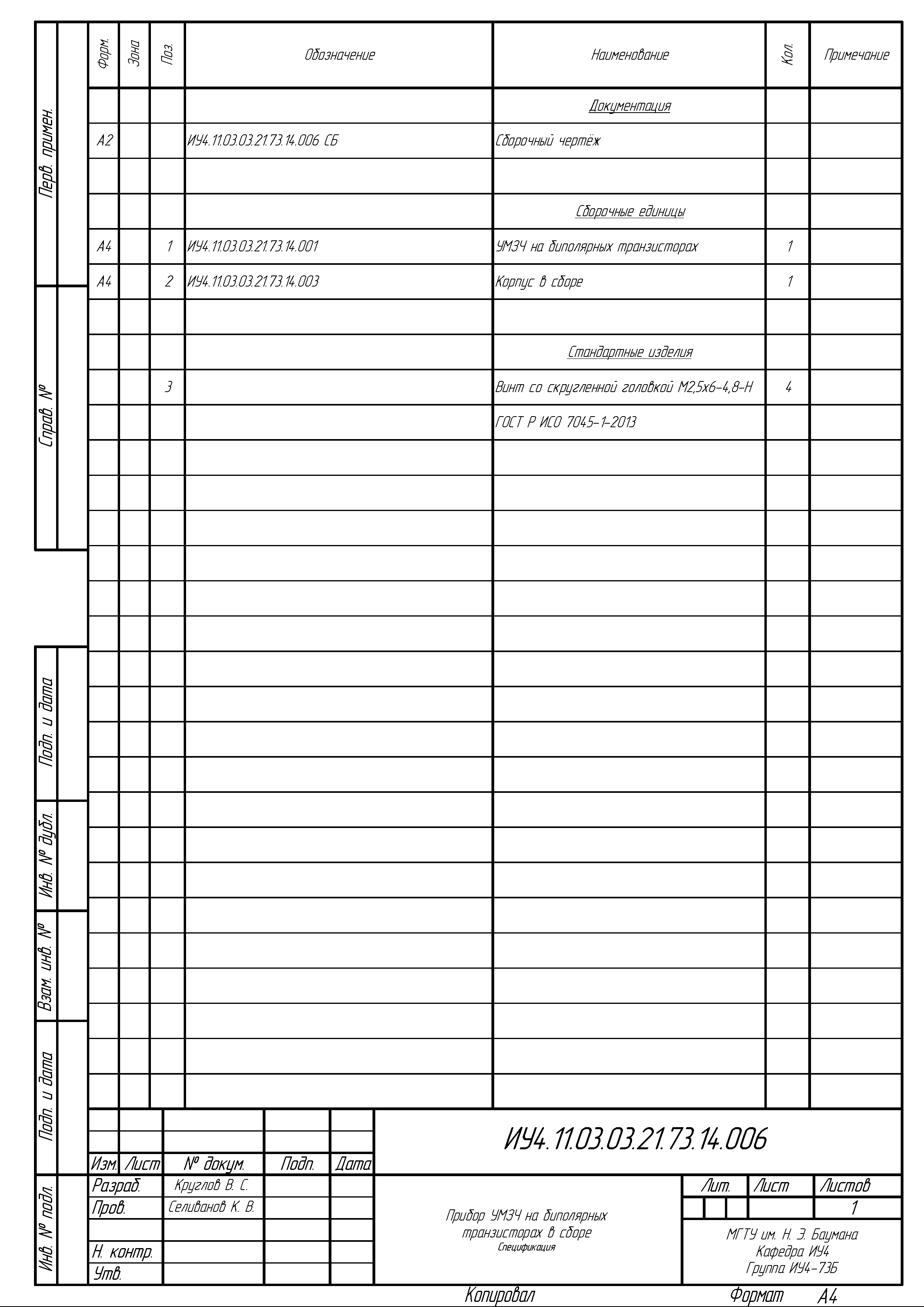
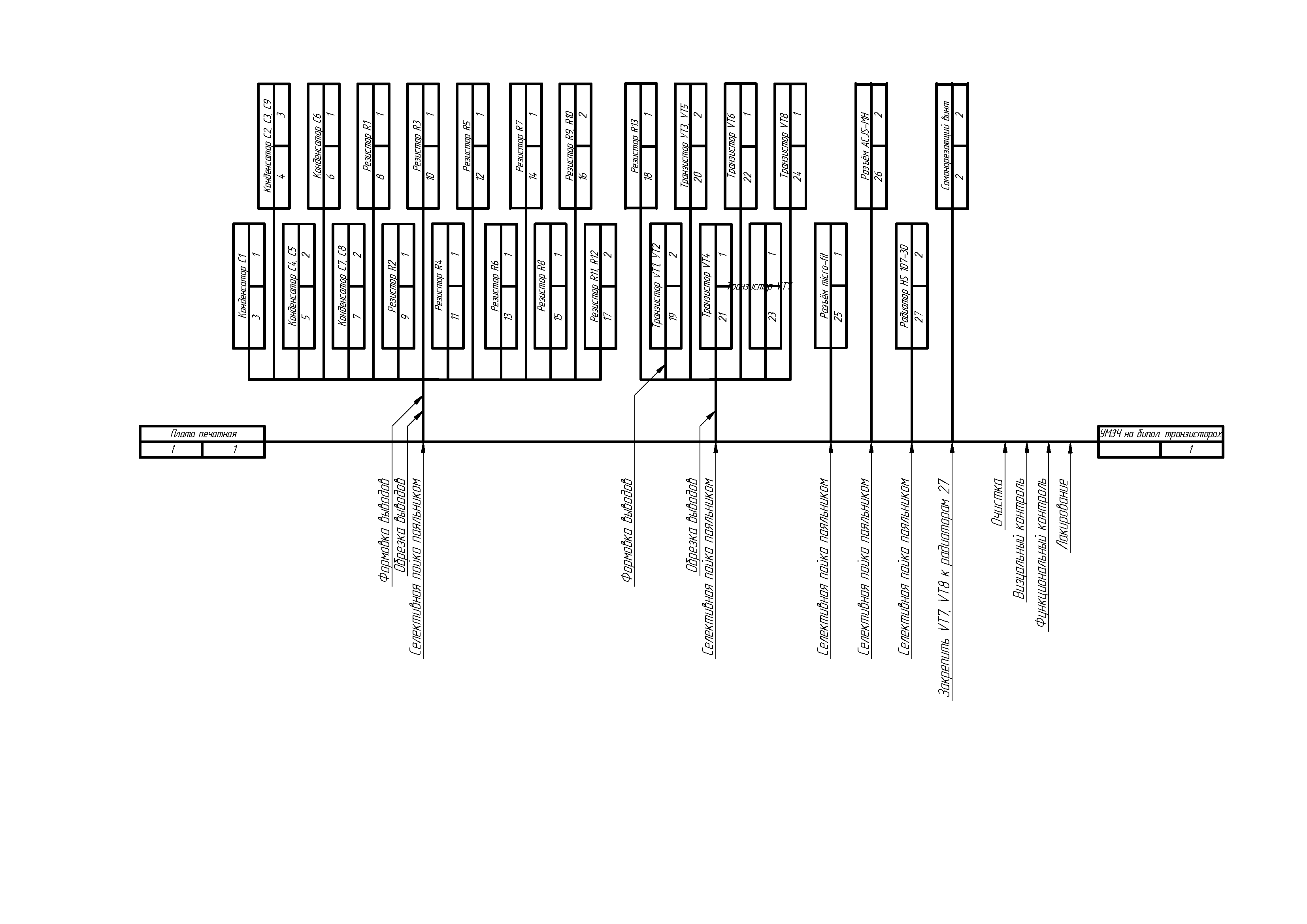


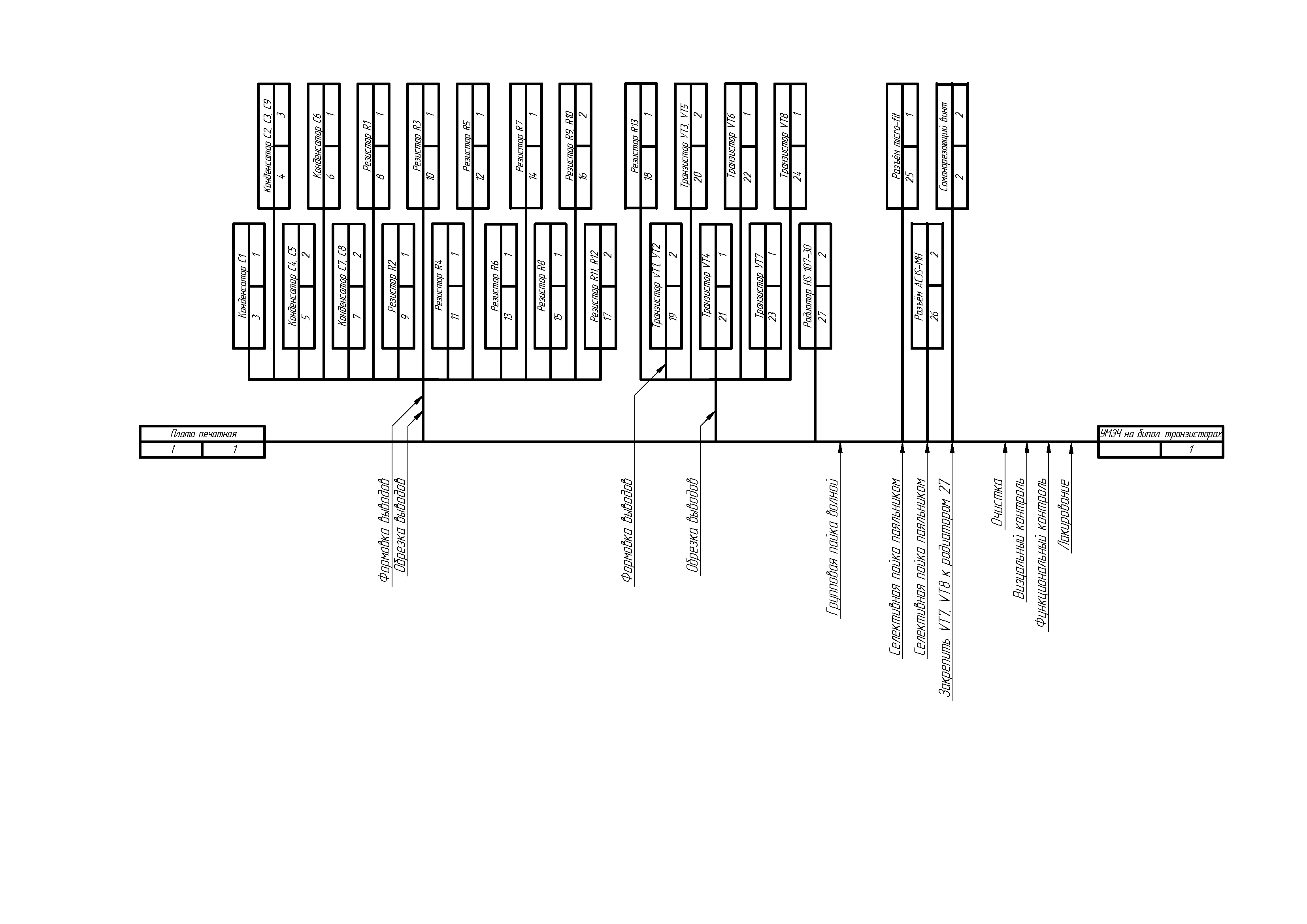
Рисунок 20 – Спецификация прибора

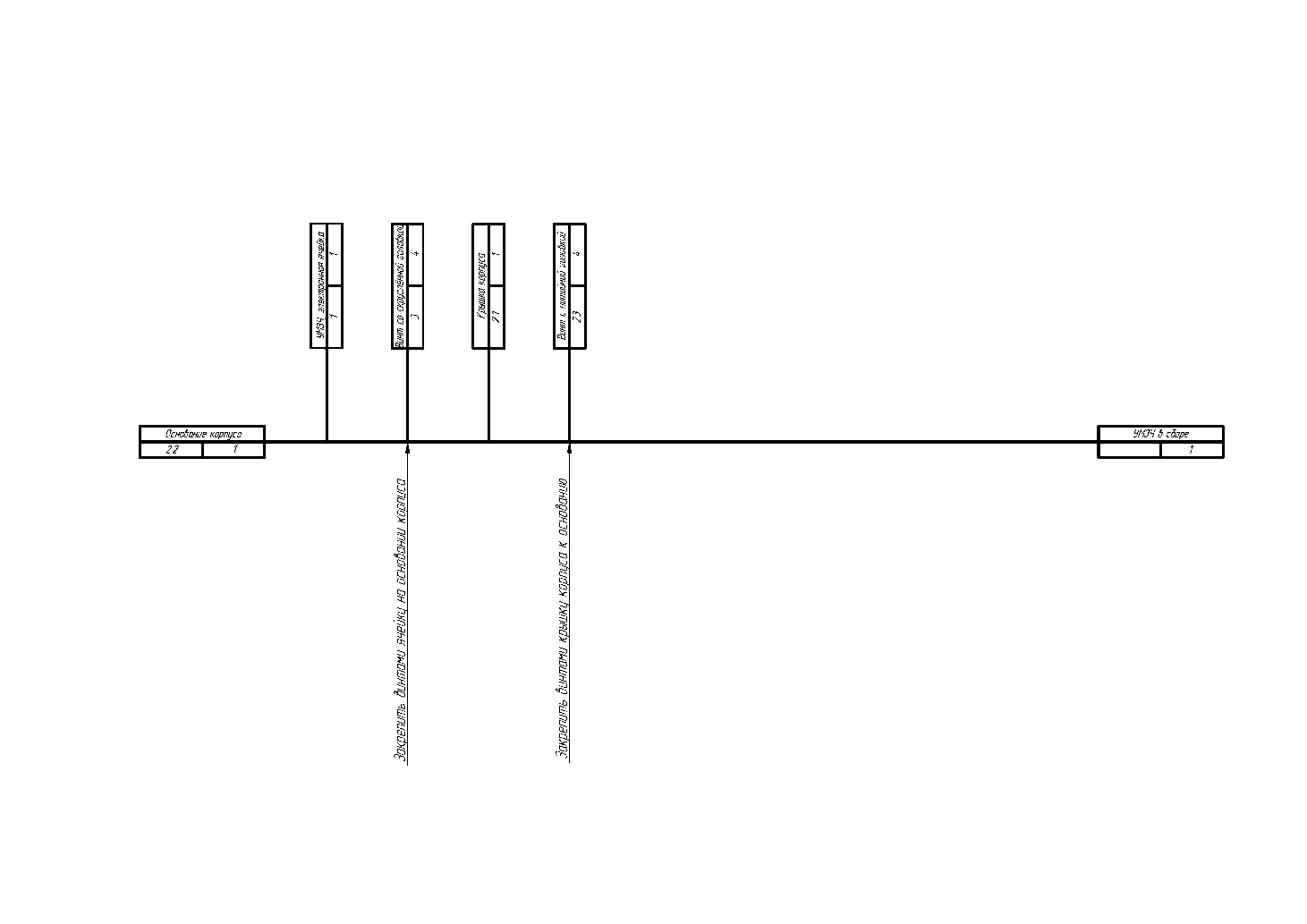
# Разработка Технологической документации для устройства «УМЗЧ на биполярных транзисторах»

На основе анализа получившейся документации, была разработана схема сборки электронной ячейки для опытного образца (рис. 21) и серийного (рис. 22) и устройства в сборе (рис. 23). 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 21 – Схема сборки электронной ячейки, опытный образец

Рисунок 22 – Схема сборки электронной ячейки, серийное производство

Рисунок 23 – Схема сборки устройства с корпусом

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 24…31, а также документах ИУ4.11.03.03.21.73.10.0.00.00001 и ИУ4.11.03.03.21.73.10.0.00.00002.

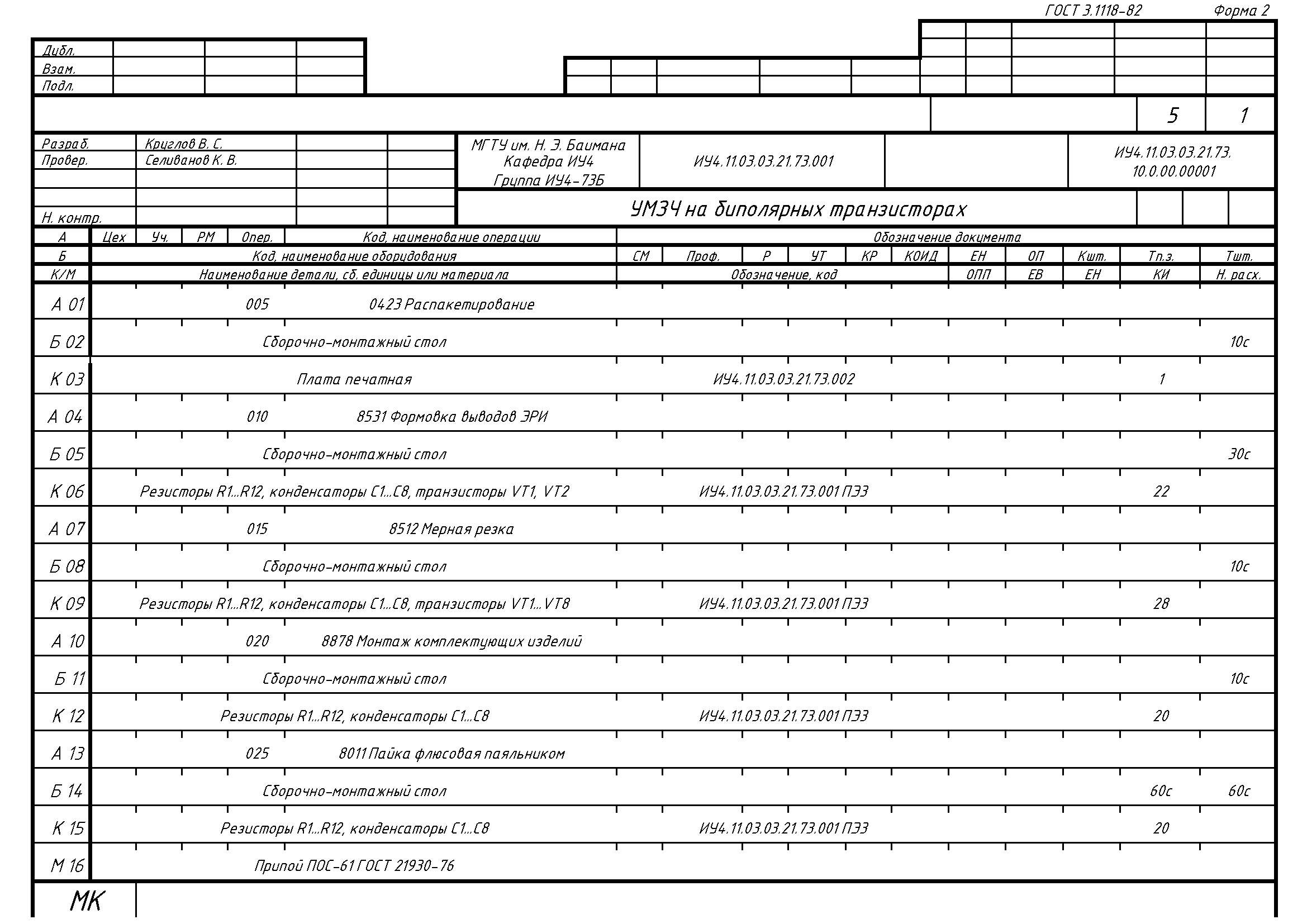
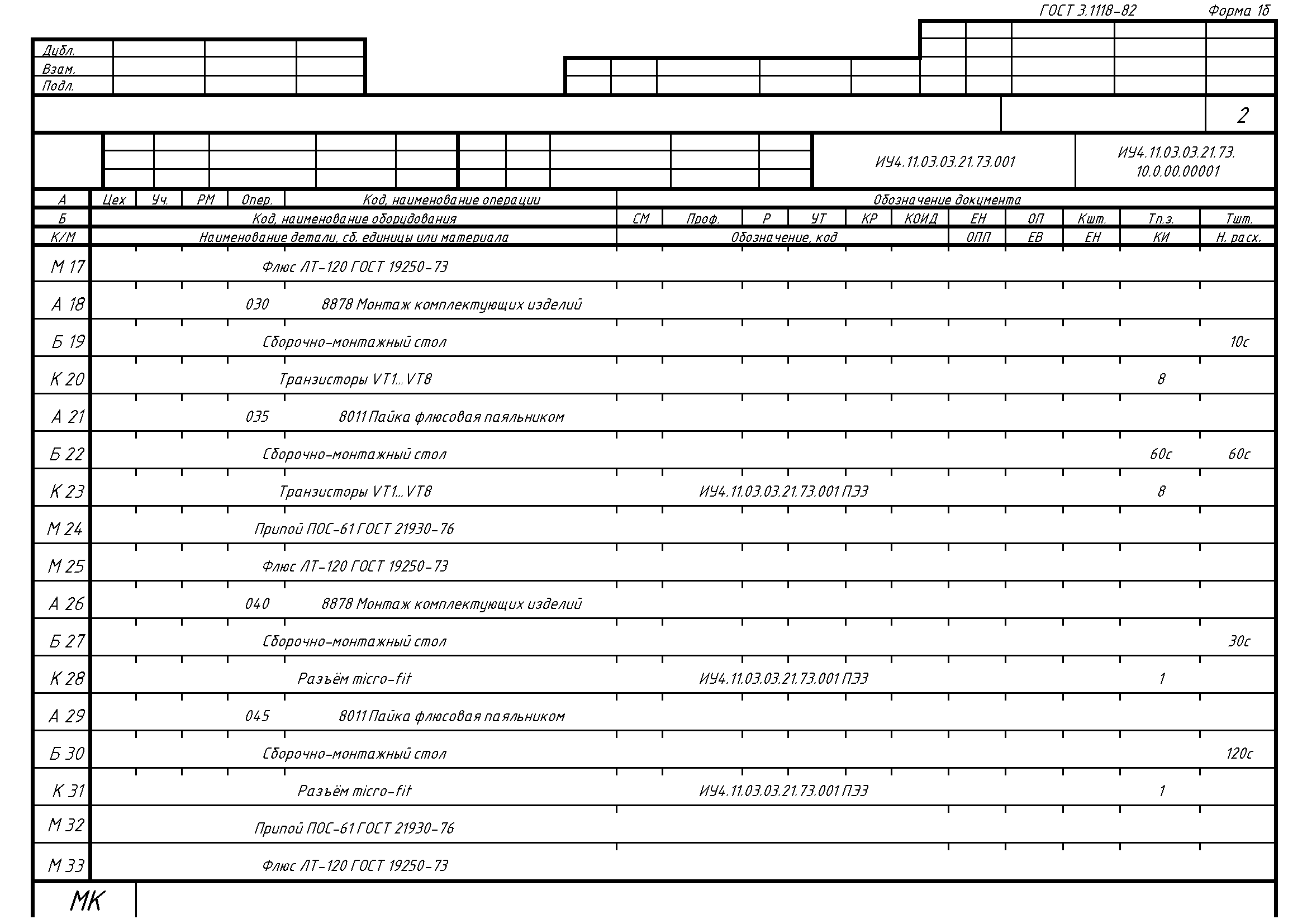
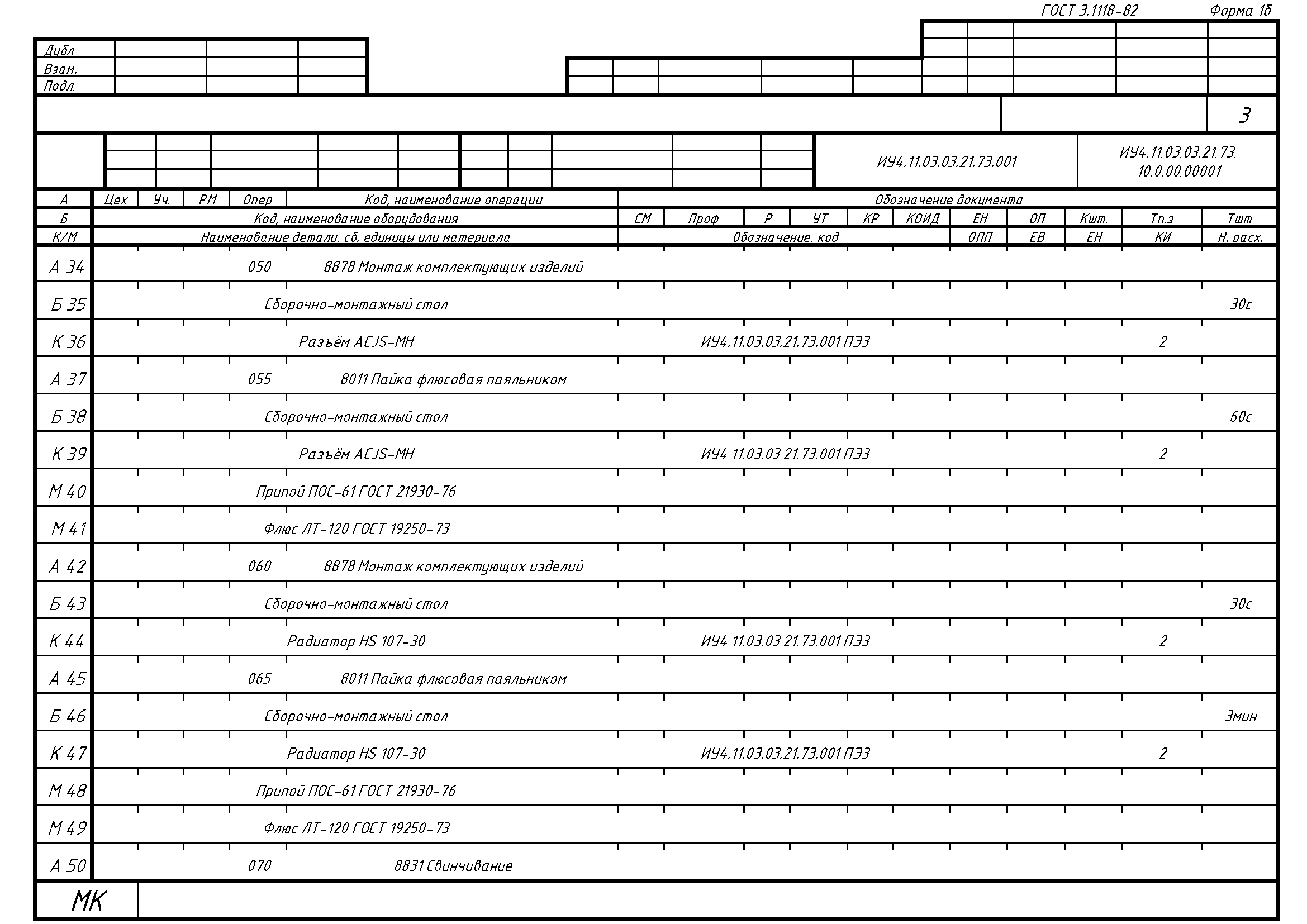
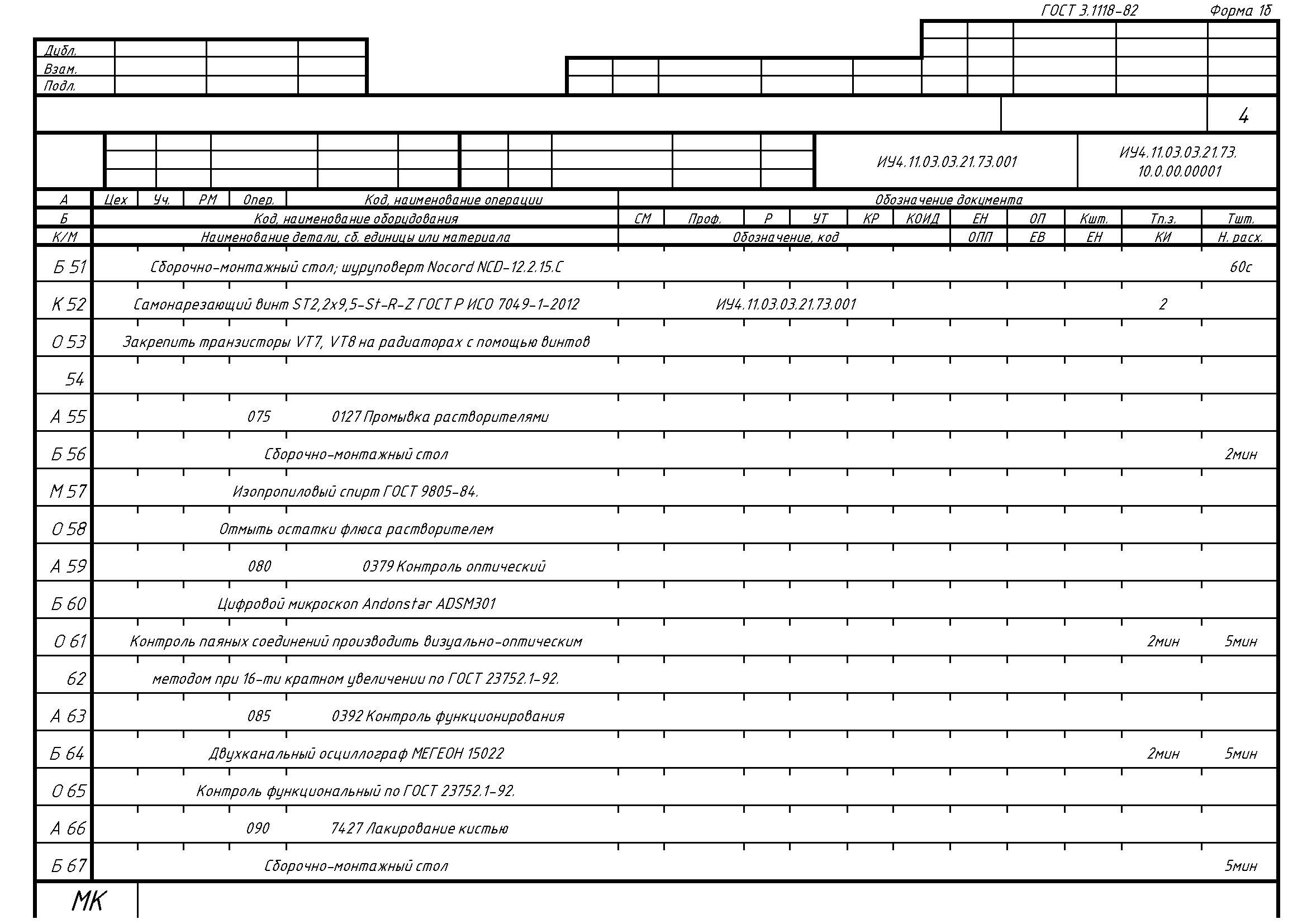
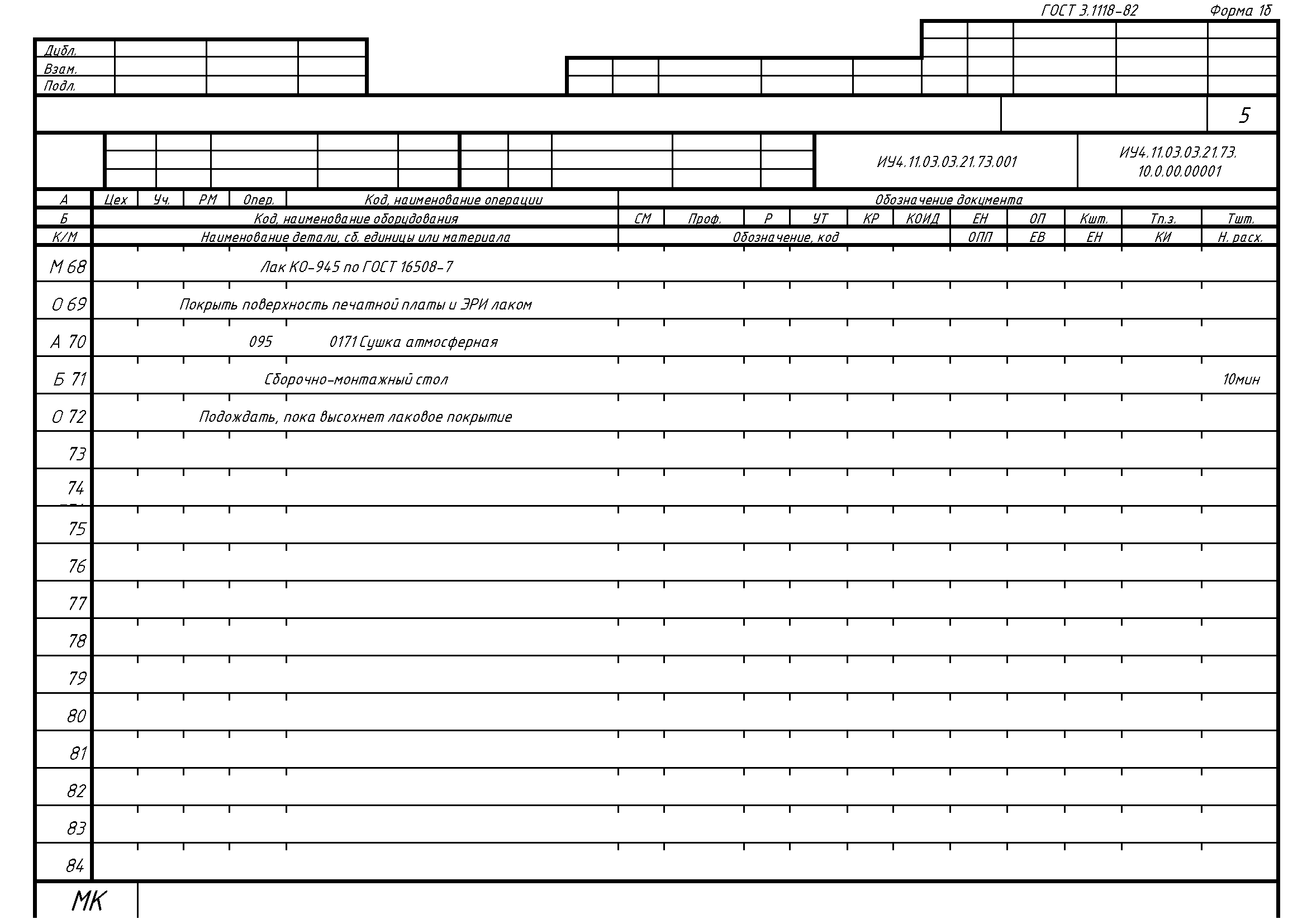


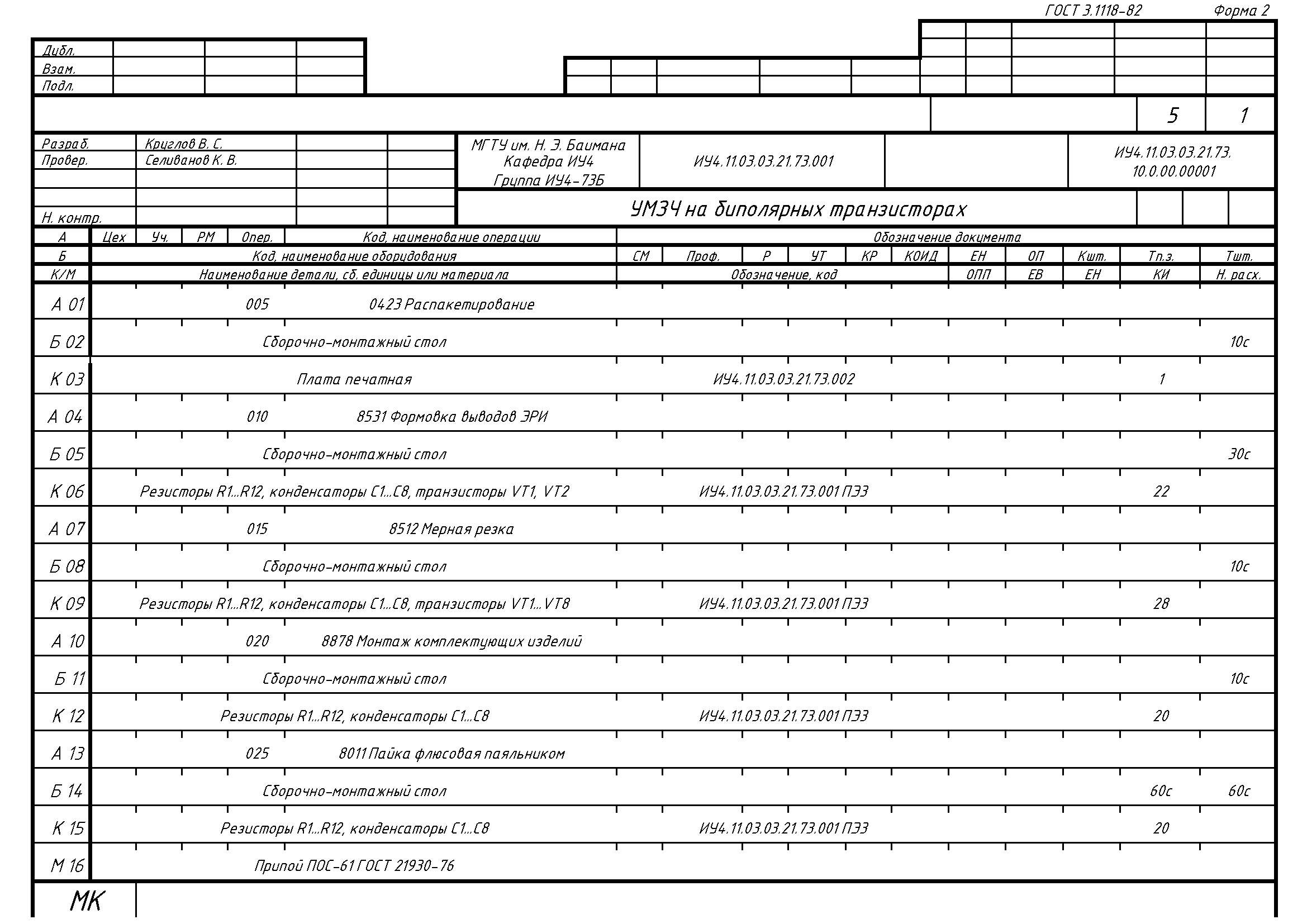
Рисунок 24 – Маршрутная карта опытного образца, первая страница

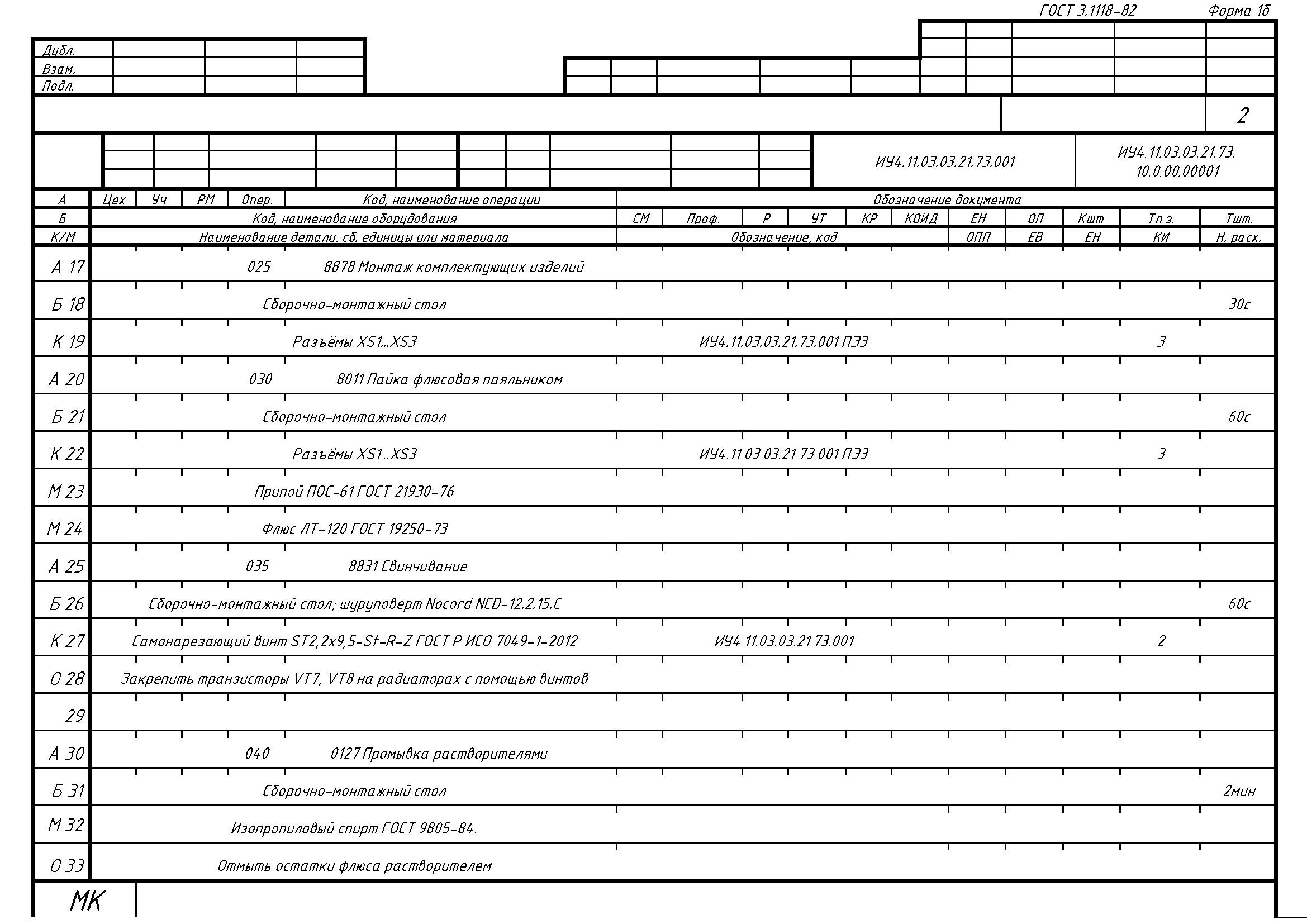
Рисунок 25 – Маршрутная карта опытного образца, вторая страница

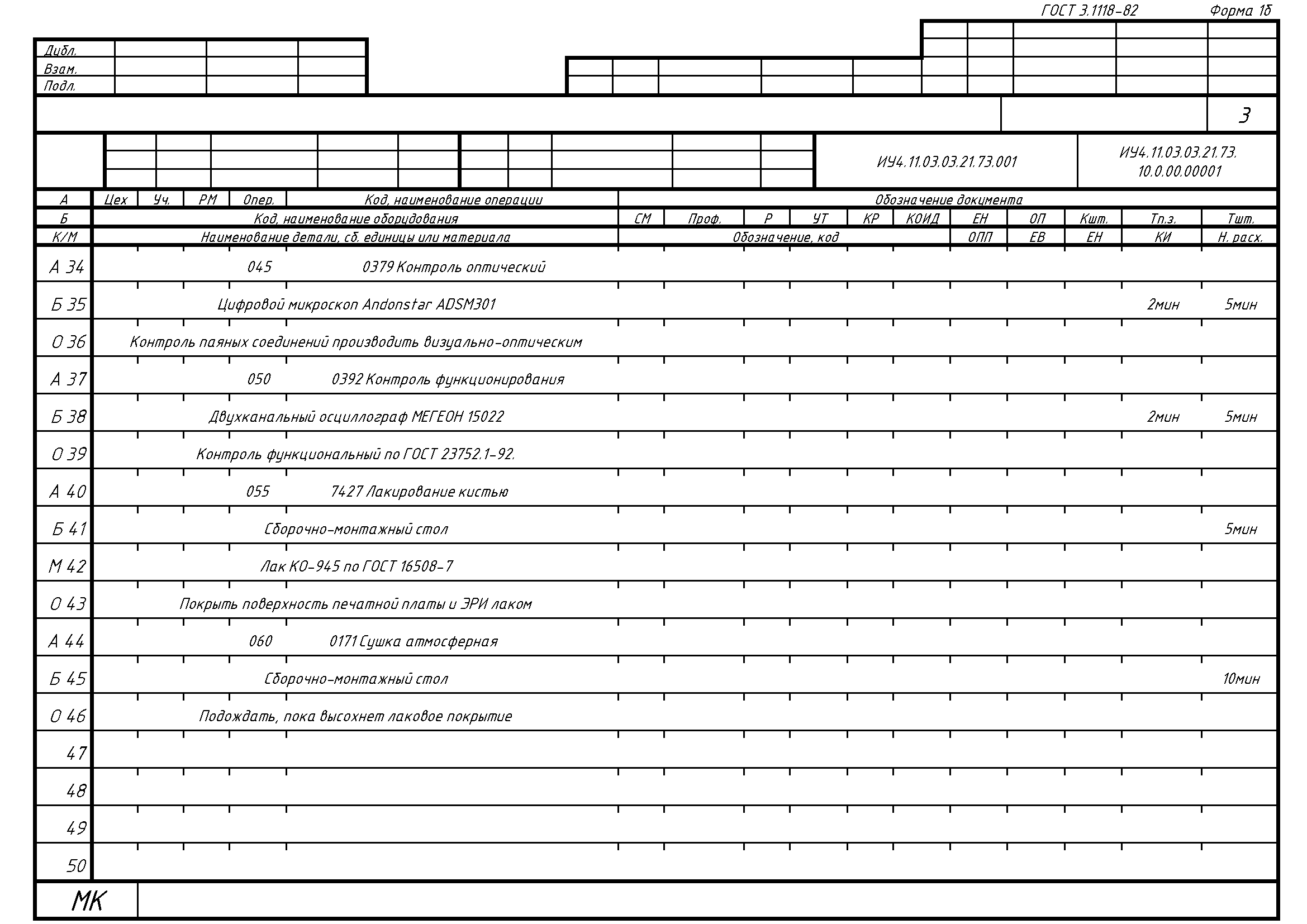
Рисунок 26 – Маршрутная карта опытного образца, третья страница

Рисунок 27 – Маршрутная карта опытного образца, четвёртая страница

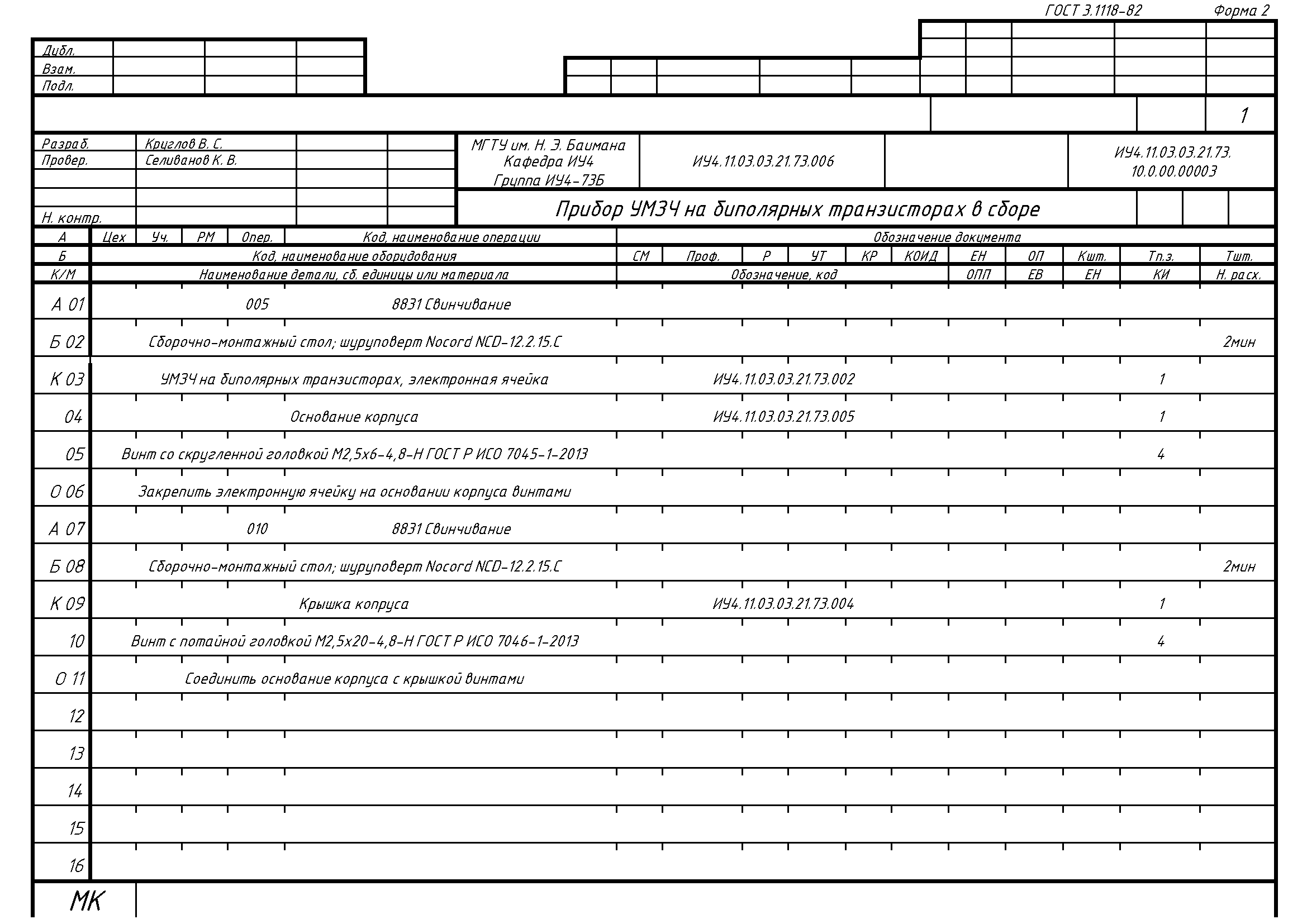
Рисунок 28 – Маршрутная карта опытного образца, последняя страница

Рисунок 29 – Маршрутная карта серийного производства, первая страница

Рисунок 30 – Маршрутная карта серийного производства, вторая страница

Рисунок 31 – Маршрутная карта серийного производства, последняя страница

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

 Рисунок 32 – Маршрутная карта прибора

РТЗ2 Прототип оснастки

**Техническое задание**

**на проектирование оснастки технологической**

**Студент:** Круглов Валентин Сергеевич

**Группа** ИУ4-73Б

**Тема КР** Разработка технологического процесса сборки устройства «УМЗЧ на биполярных транзисторах»

**Название операции, для выполнения которой проектируется оснастка:**  Сборка электронной ячейки

**Название оснастки**  Держатель плат

**Дата утверждения**

**Эскиз оснастки:**

**Руководитель КР**

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе прохождения производственной практики на были получены теоретические знания и сведения в области микроэлектроники, реализованы навыки ведения самостоятельной работы и значительно расширены профессиональные умения, необходимые инженеру.

В период производственной практики, которая проходила с 1 по 28 июля, было ознакомление со структурой управления предприятия, правилами внутреннего трудового распорядка, охраной труда при эксплуатации электроустановок и должностными обязанностями технологов, инженеров и монтажников.

В ходе практических занятий производились электромонтажные работы, при выполнении которых был получен опыт с устройством ряда инструментов, приспособлений, оборудования, устройств и аппаратов, эксплуатируемых на предприятии.

Так же было изучен и проработан материал для выполнения индивидуального задания, что выполнено в полном объеме.

# СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. История НТЦ “Вулкан”. [Электронный ресурс]

URL: https://www.ntc-vulkan.ru/about/history/ (дата обращения 31.08.2024)

1. СВЧ разработки. [Электронный ресурс]

URL: [http://xn--h1aannku.xn--](http://xn--h1aannku.xn--/) p1ai/catalog/svch/ (дата обращения 31.08.2024)

1. ГОСТ 3.1118-82. [Электронный ресурс]

URL: https://docs.cntd.ru/[document/1200012112 (дата обращения](https://docs.cntd.ru/document/1200012112) 31.08.2024)