

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**](#_Toc176120754)

[**ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ 4**](#_Toc176120755)

[**Введение 5**](#_Toc176120756)

[**1. Практика на предприятии 6**](#_Toc176120757)

[**1.1. История ООО «НТЦ "Вулкан"» 6**](#_Toc176120758)

[**1.2. Сфера деятельности компании 7**](#_Toc176120759)

[**1.3. Общая характеристика отдела аппаратной разработки 7**](#_Toc176120760)

[**1.4. Обзор используемых САПР 8**](#_Toc176120761)

[**1.5. Содержание практики 11**](#_Toc176120762)

[**2. Анализ устройства «УМЗЧ на биполярных транзисторах» 12**](#_Toc176120763)

[**2.1. Анализ полученной документации 12**](#_Toc176120764)

[**2.2. Принцип работы устройства 13**](#_Toc176120765)

[**3. Разработка конструкторской документации для устройства «УМЗЧ на биполярных транзисторах» 13**](#_Toc176120766)

[**4. Разработка Технологической документации для устройства «УМЗЧ на биполярных транзисторах» 26**](#_Toc176120767)

[**5. Расчёт такта выпуска 34**](#_Toc176120768)

[**ЗАКЛЮЧЕНИЕ 39**](#_Toc176120769)

[**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 40**](#_Toc176120770)

# 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 “УМЗЧ на биполярных транзисторах”, 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;

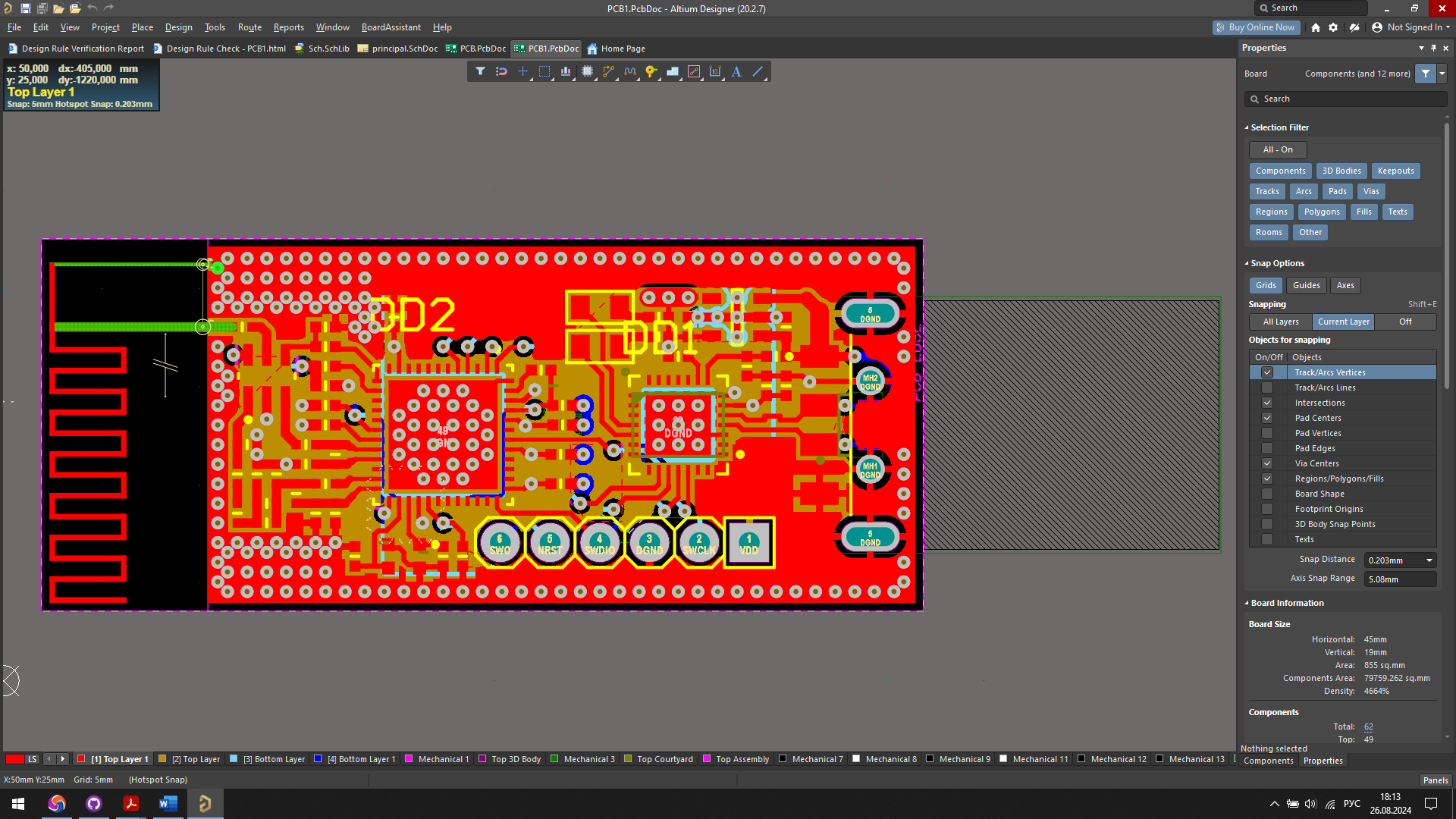


Рисунок 1 – Интерфейс Altium Designer в открытом режиме

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).

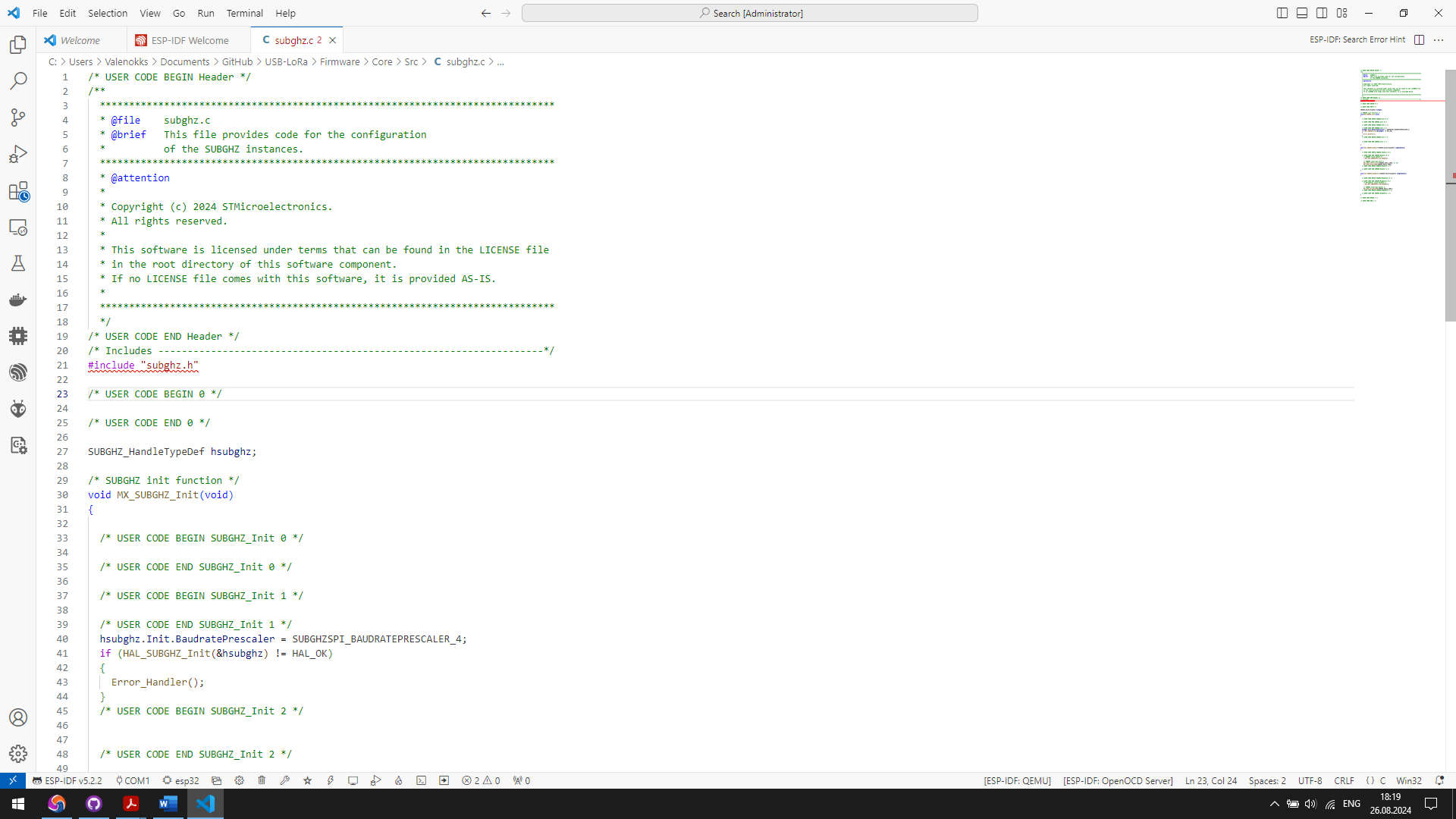


Рисунок 2 – Интерфейс Visual studio code в открытом режиме

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).

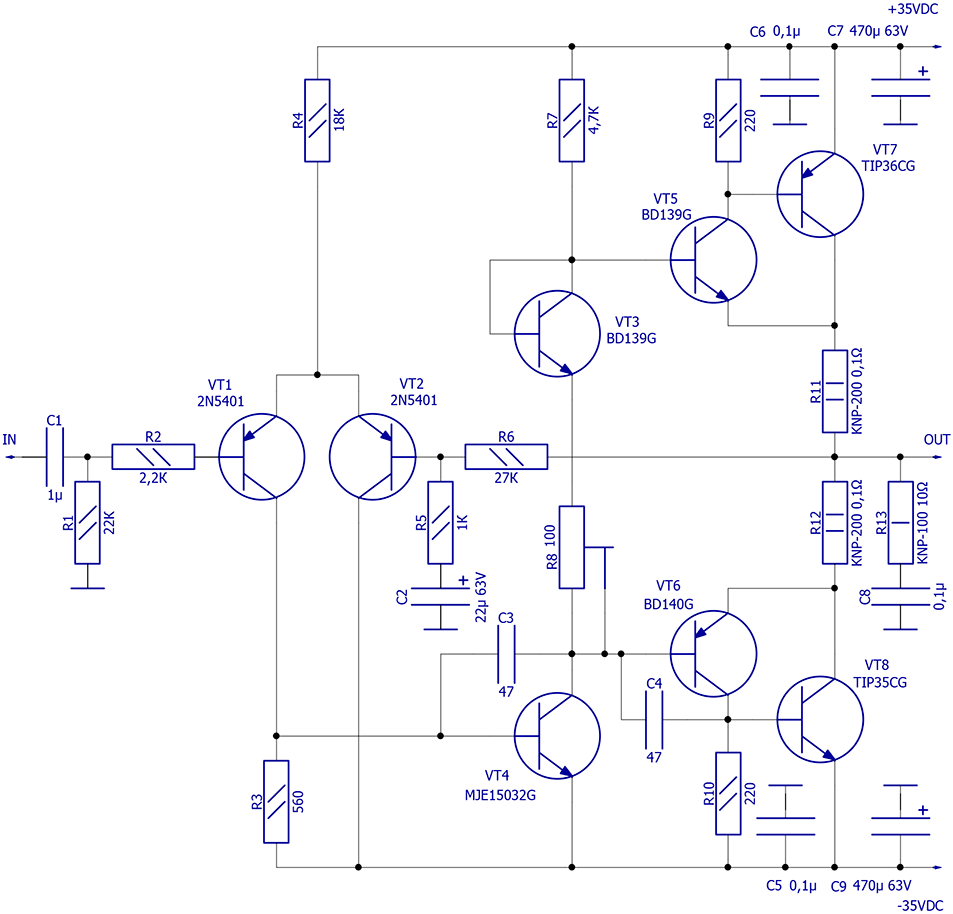


Рисунок 3 – Полученное изображение принципиальной схемы устройства

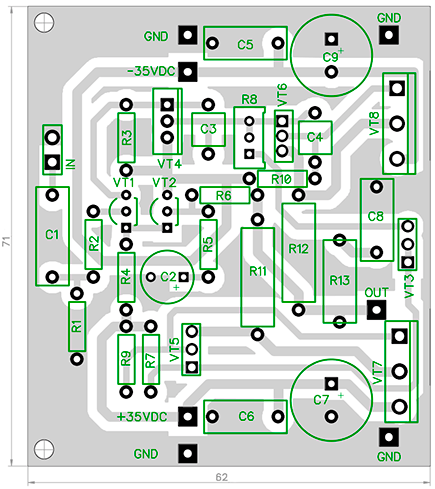


Рисунок 4 – Полученное изображение печатной платы устройства

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.

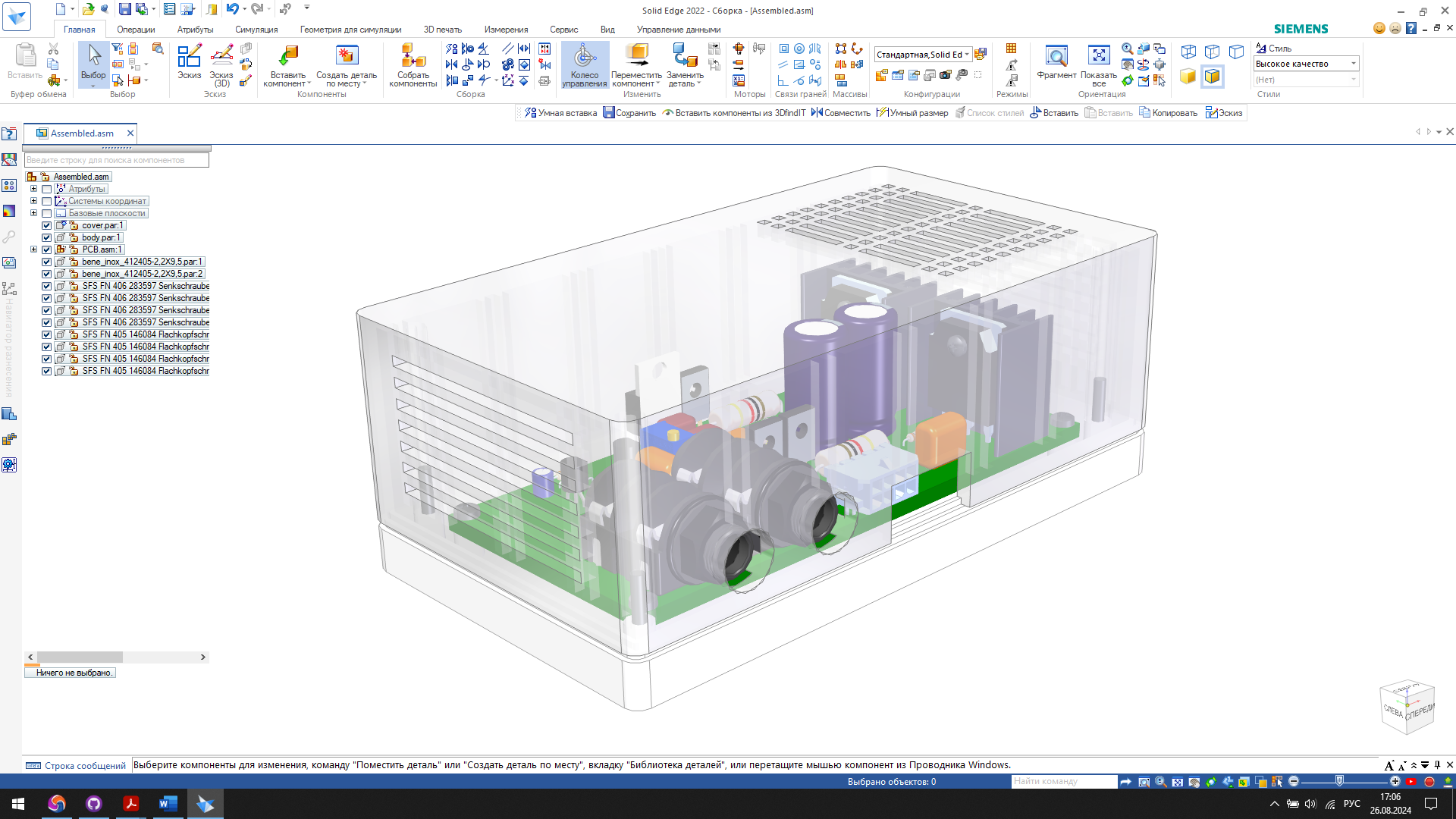


Рисунок 5 – УМЗЧ на биполярных транзисторах в сборе

* 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».

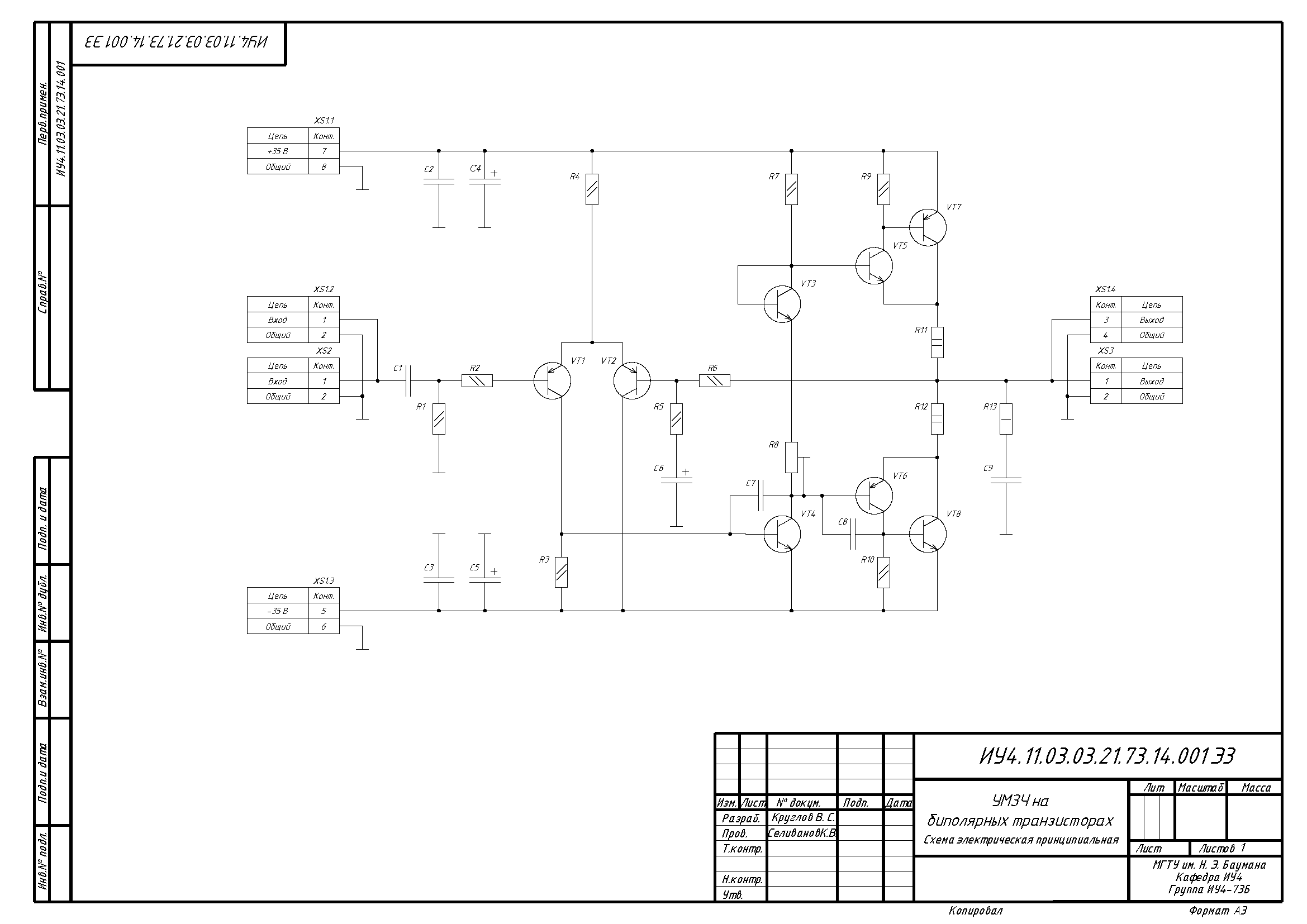


Рисунок 6 – Схема электрическая принципиальная УМЗЧ

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.

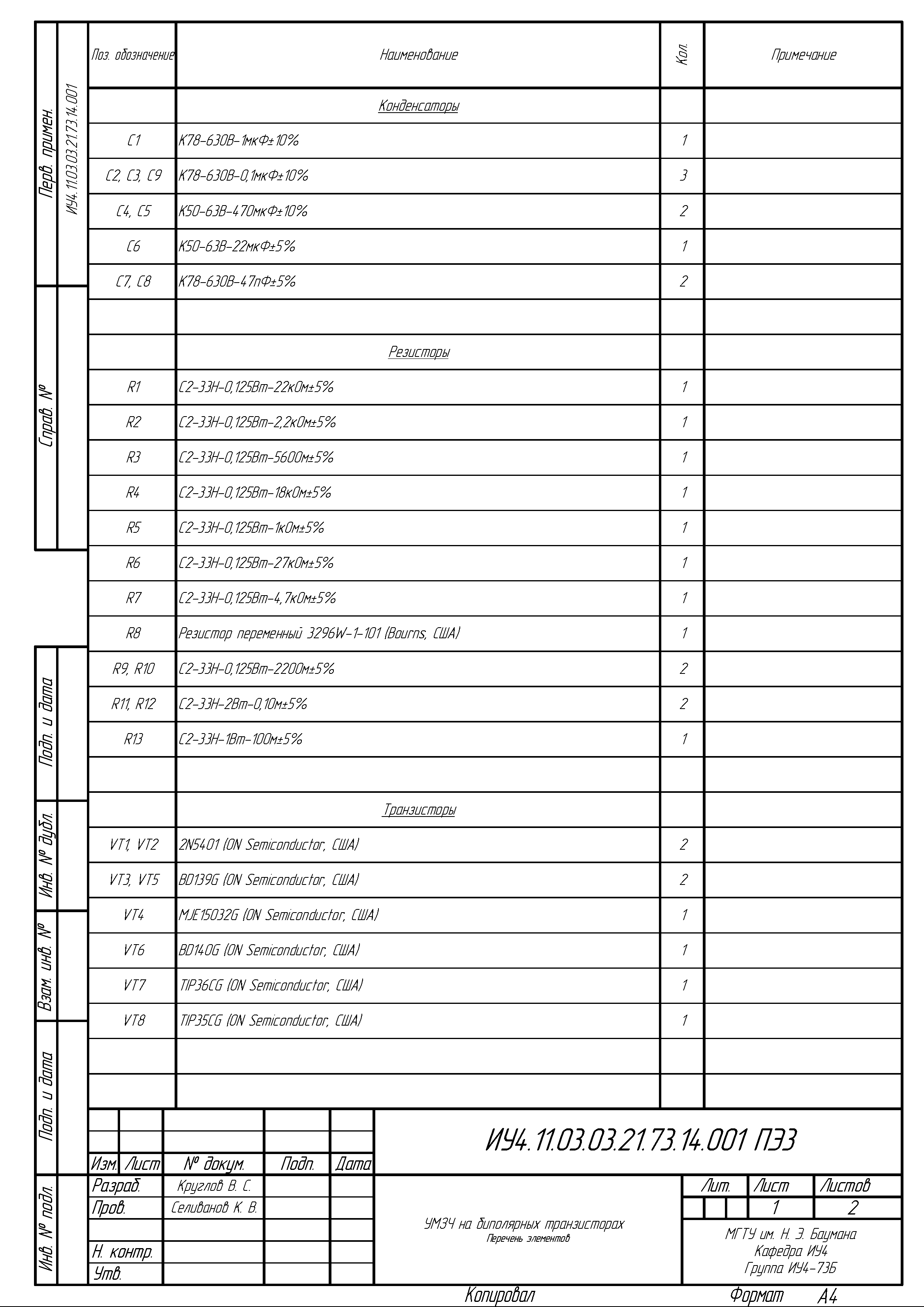


Рисунок 7– Перечень элементов УМЗЧ, первая страница

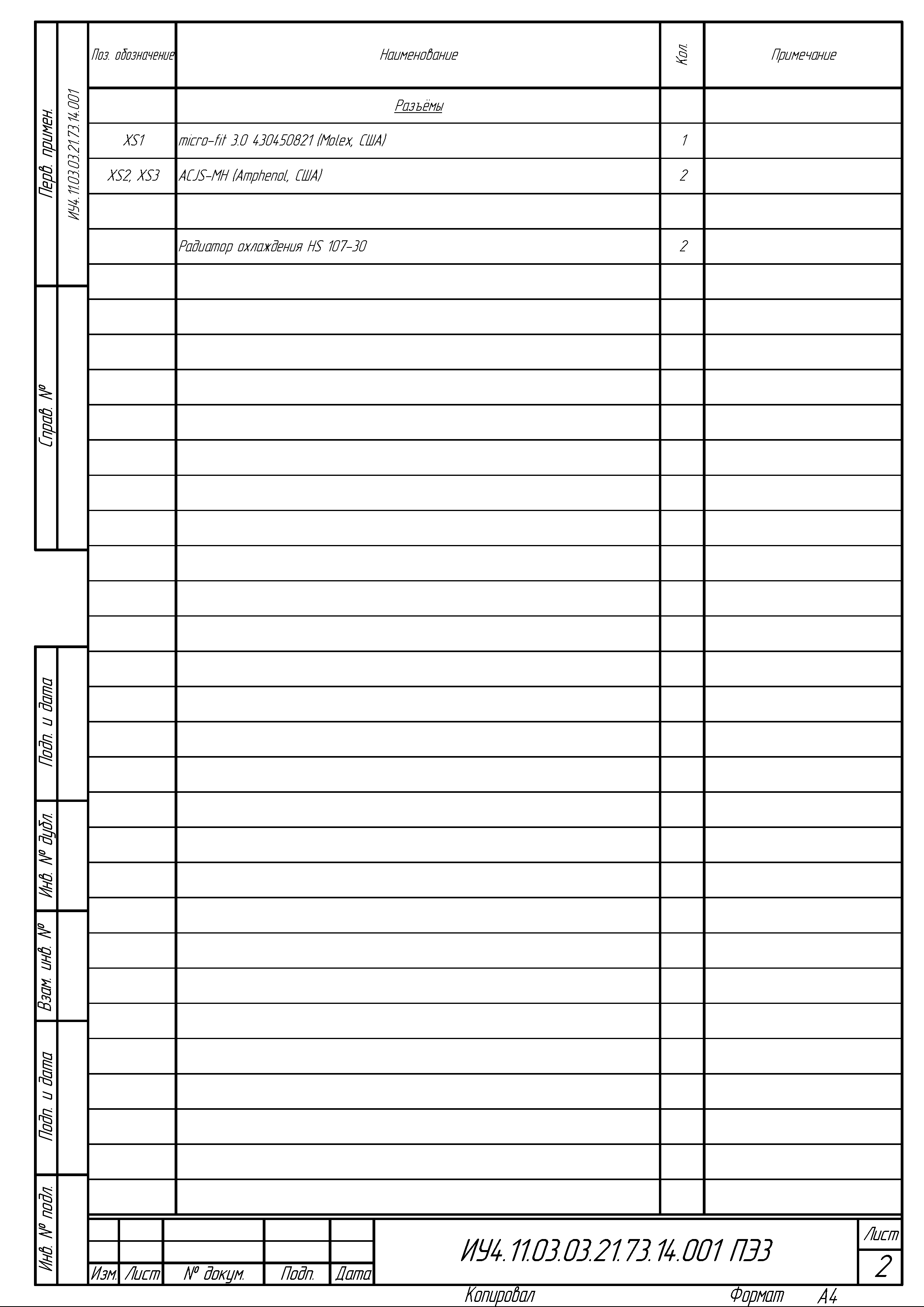


Рисунок 8 – Перечень элементов УМЗЧ, последняя страница

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.

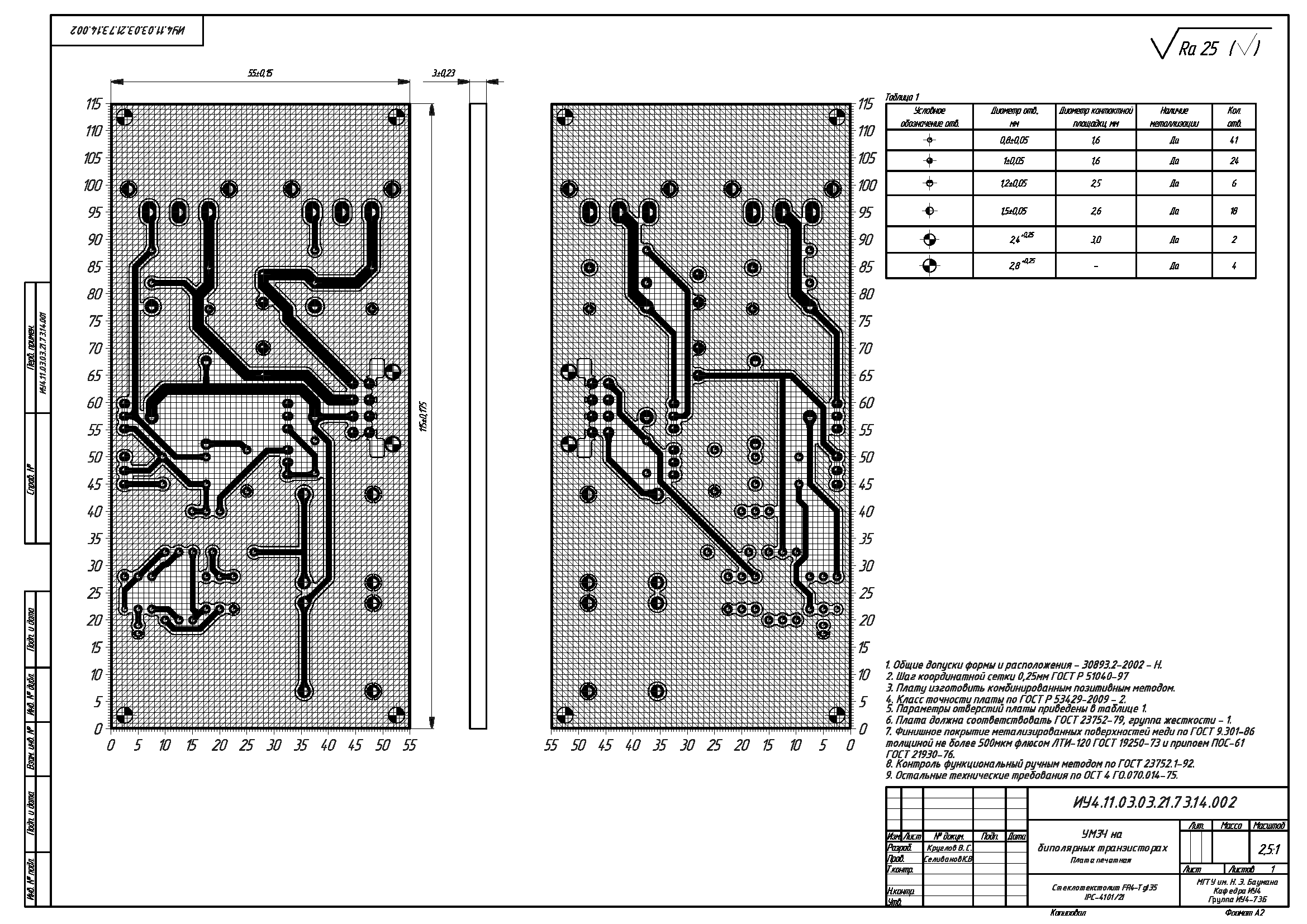


Рисунок 9 –Плата печатная УМЗЧ

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).

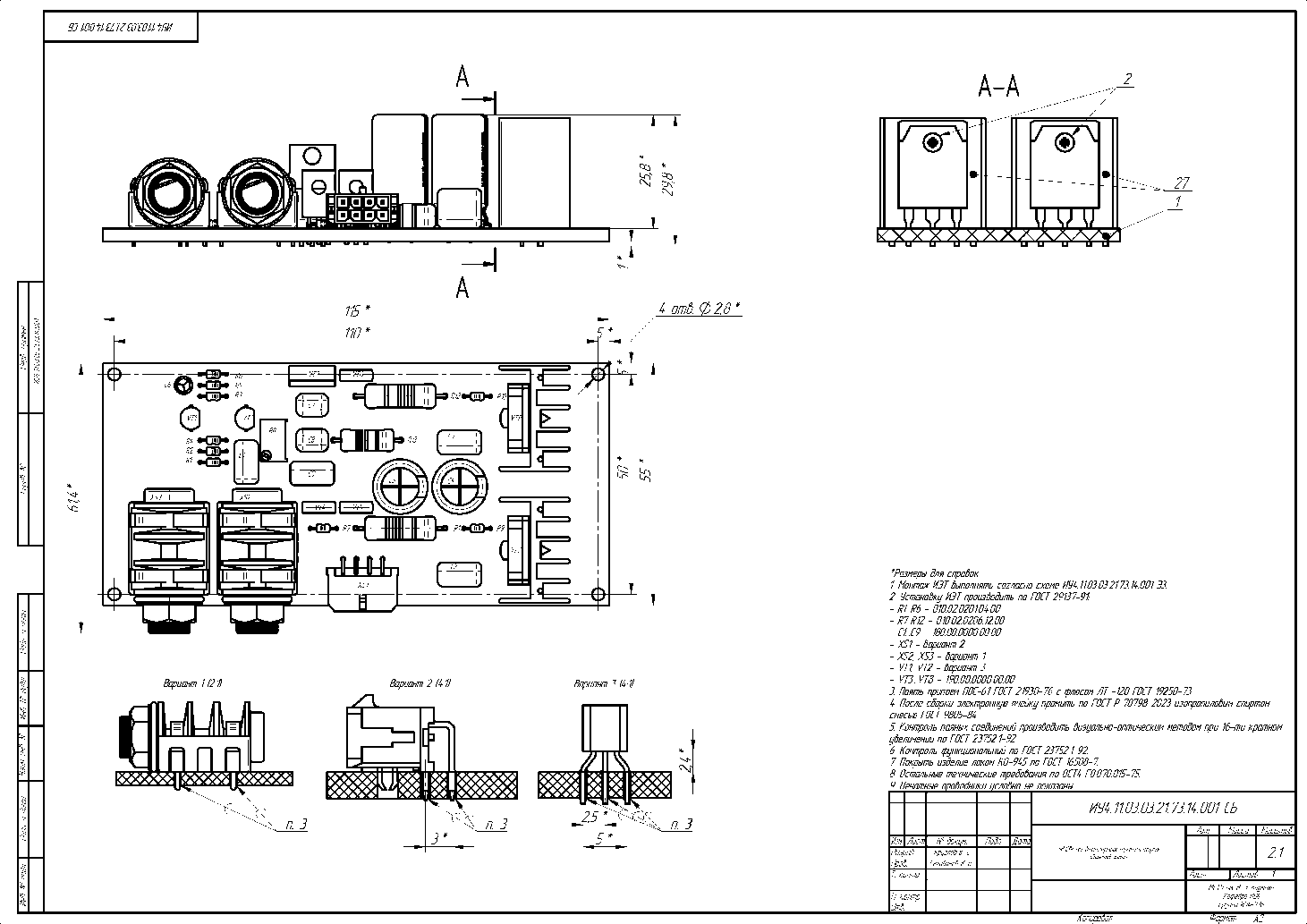
Габариты электронной ячейки и печатной платы подобраны специально под корпус G1098 компании Gainta, что позволяет не производить корпус самостоятельно, а покупать их, дополнительно просверлив необходимые отверстия под разъёмы и вентиляцию.

Рисунок 10 – 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.

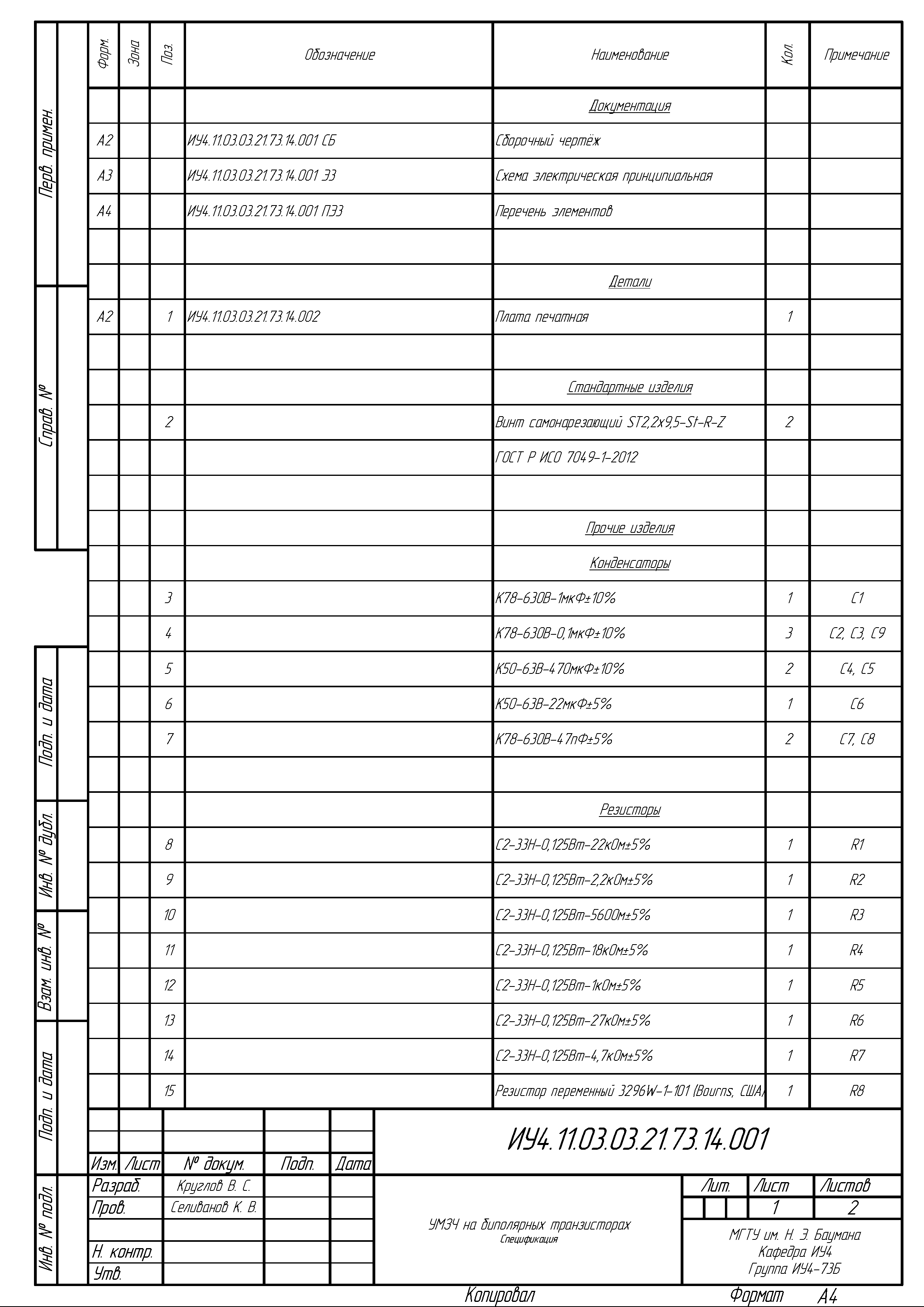


Рисунок 11 – Спецификация УМЗЧ, первая страница

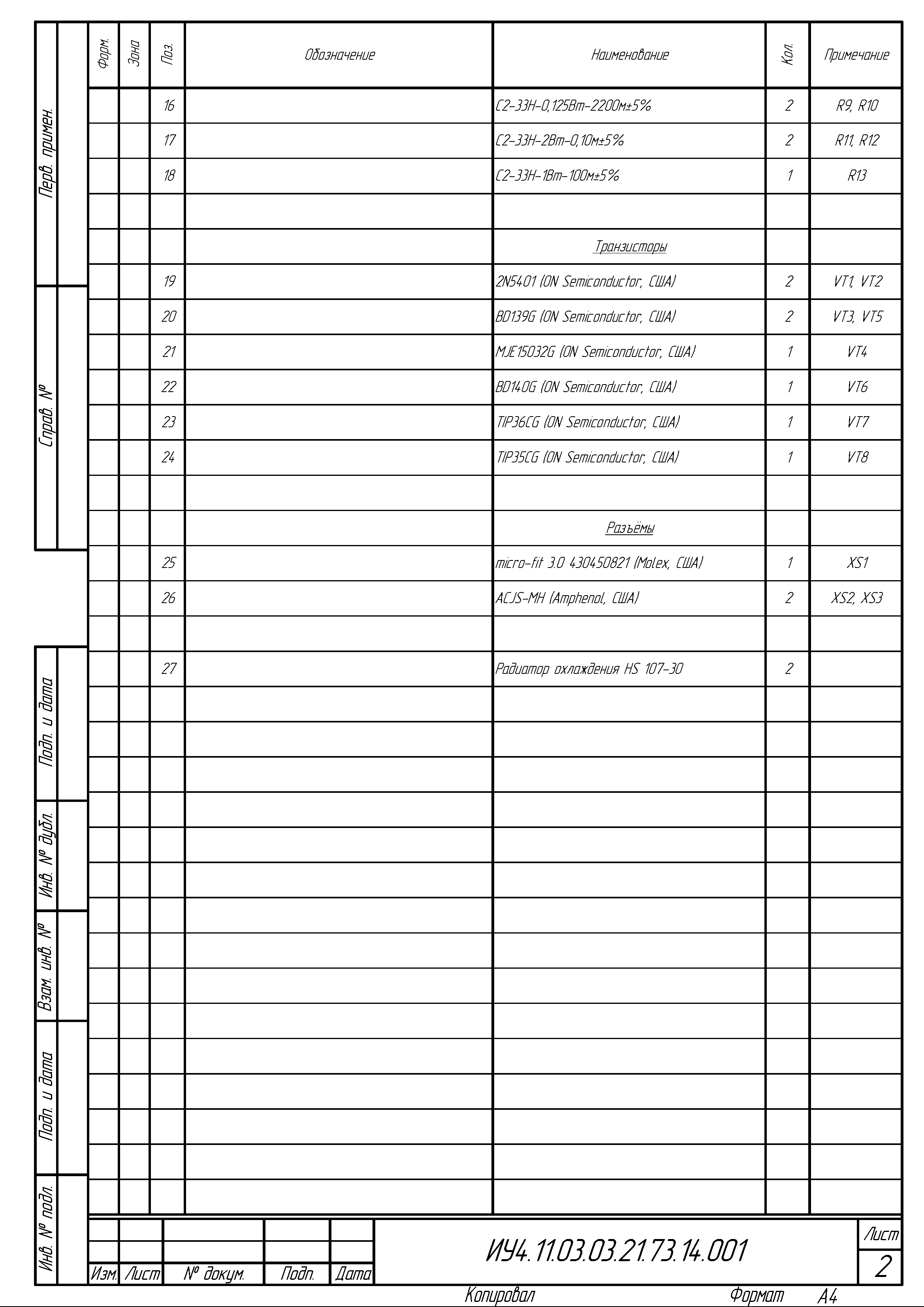


Рисунок 12 – Спецификация УМЗЧ, последняя страница

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.

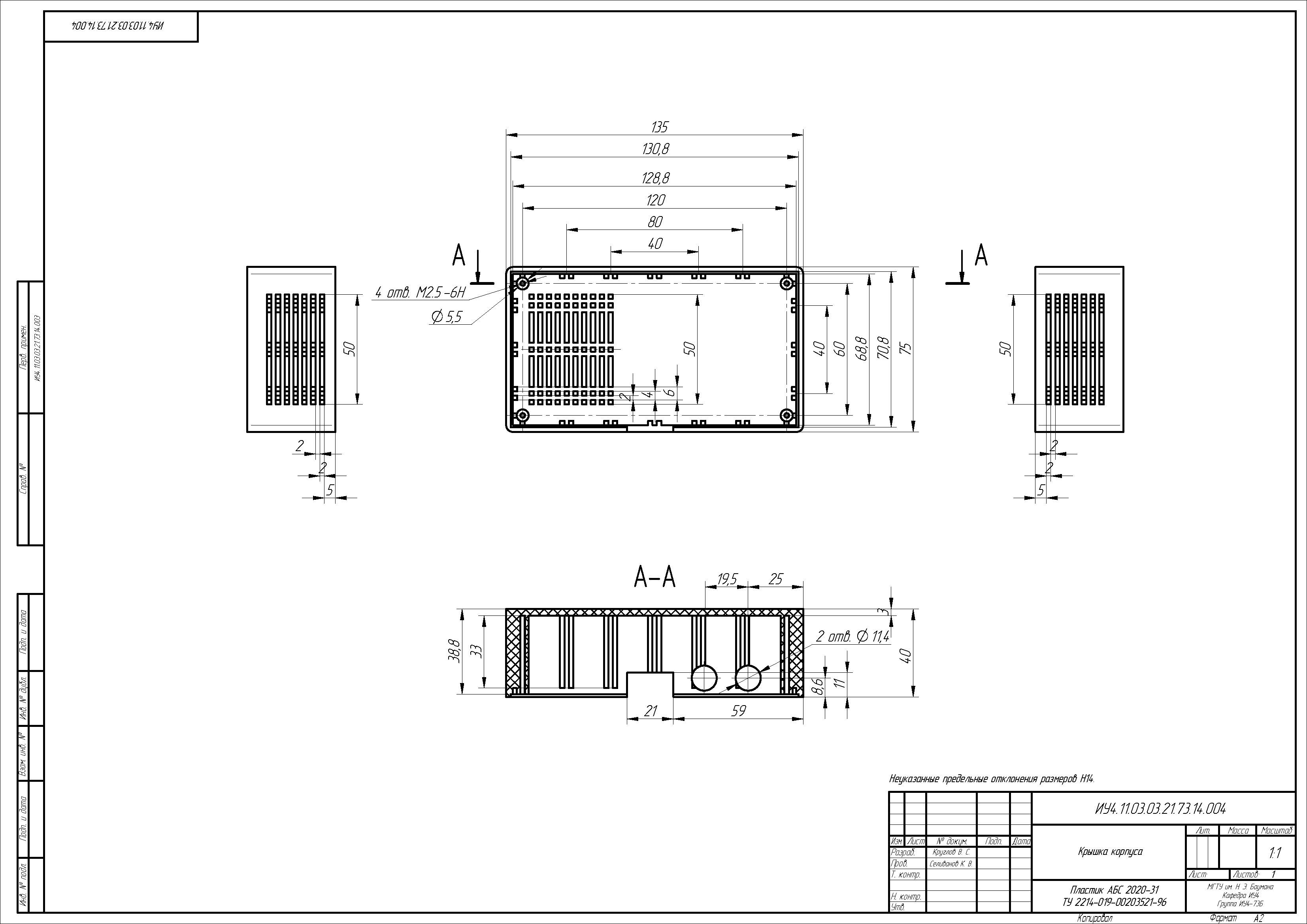


Рисунок 13 – Крышка корпуса

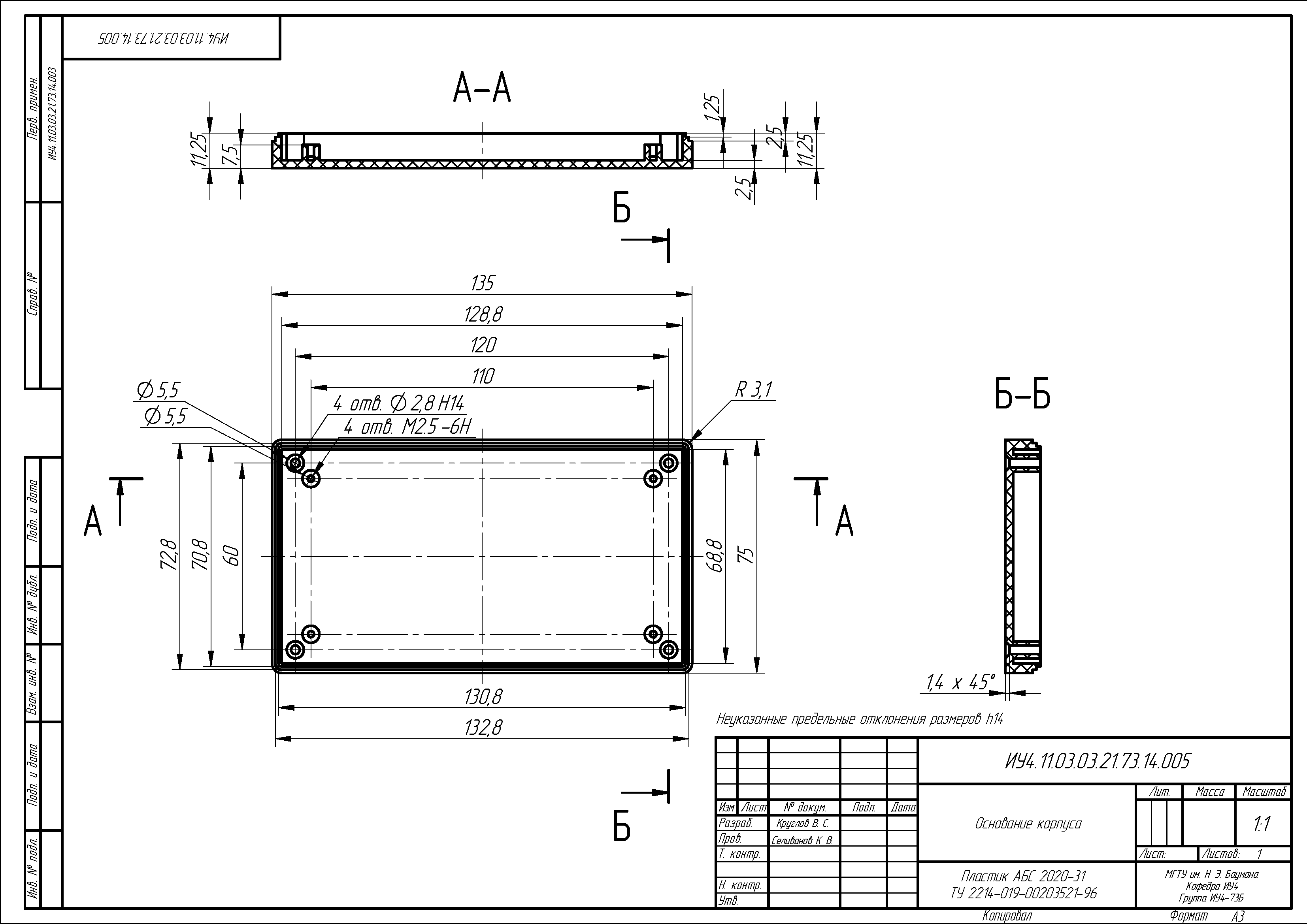


Рисунок 14 – Основание корпуса

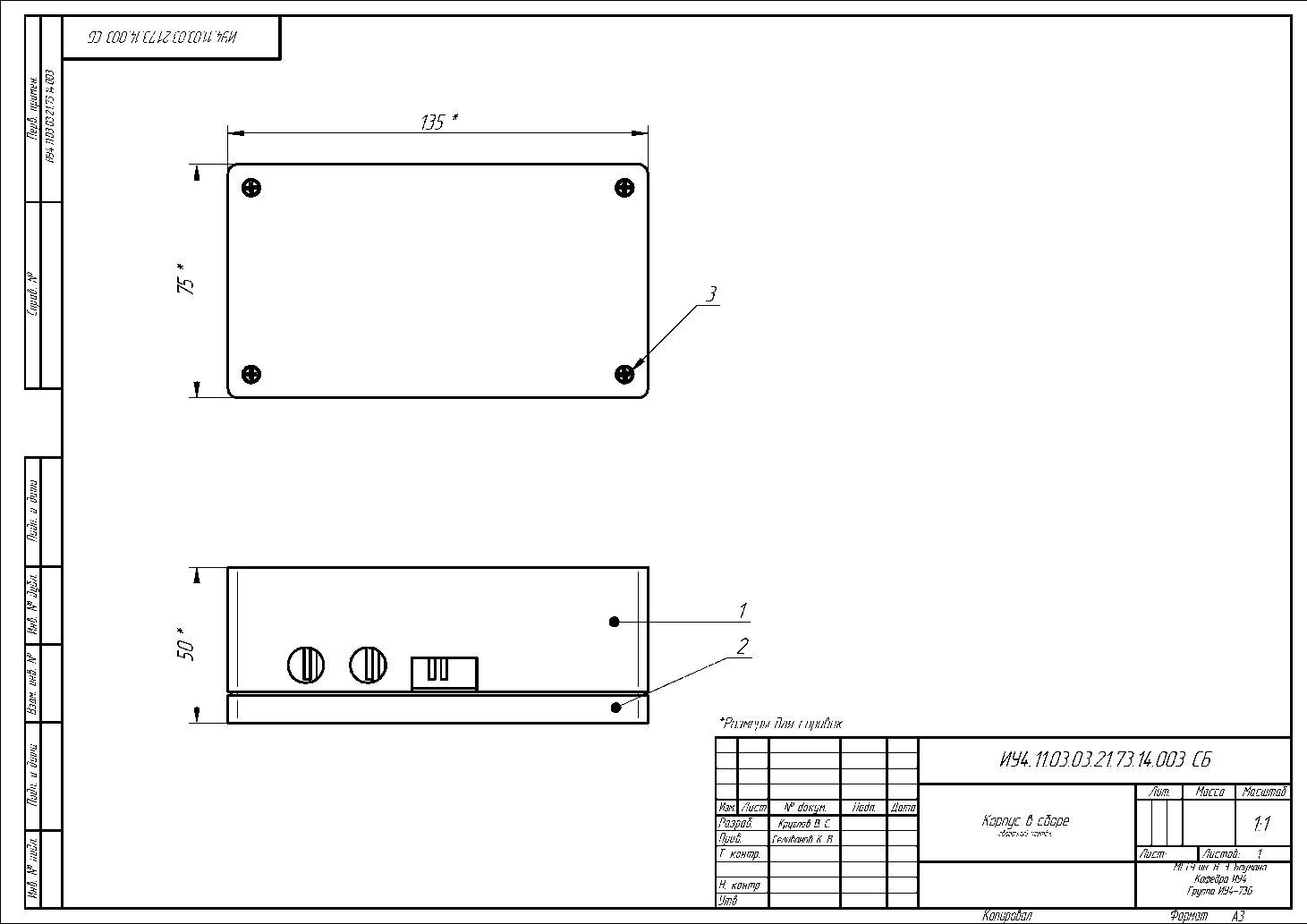


Рисунок 15 – Сборочный чертёж корпуса

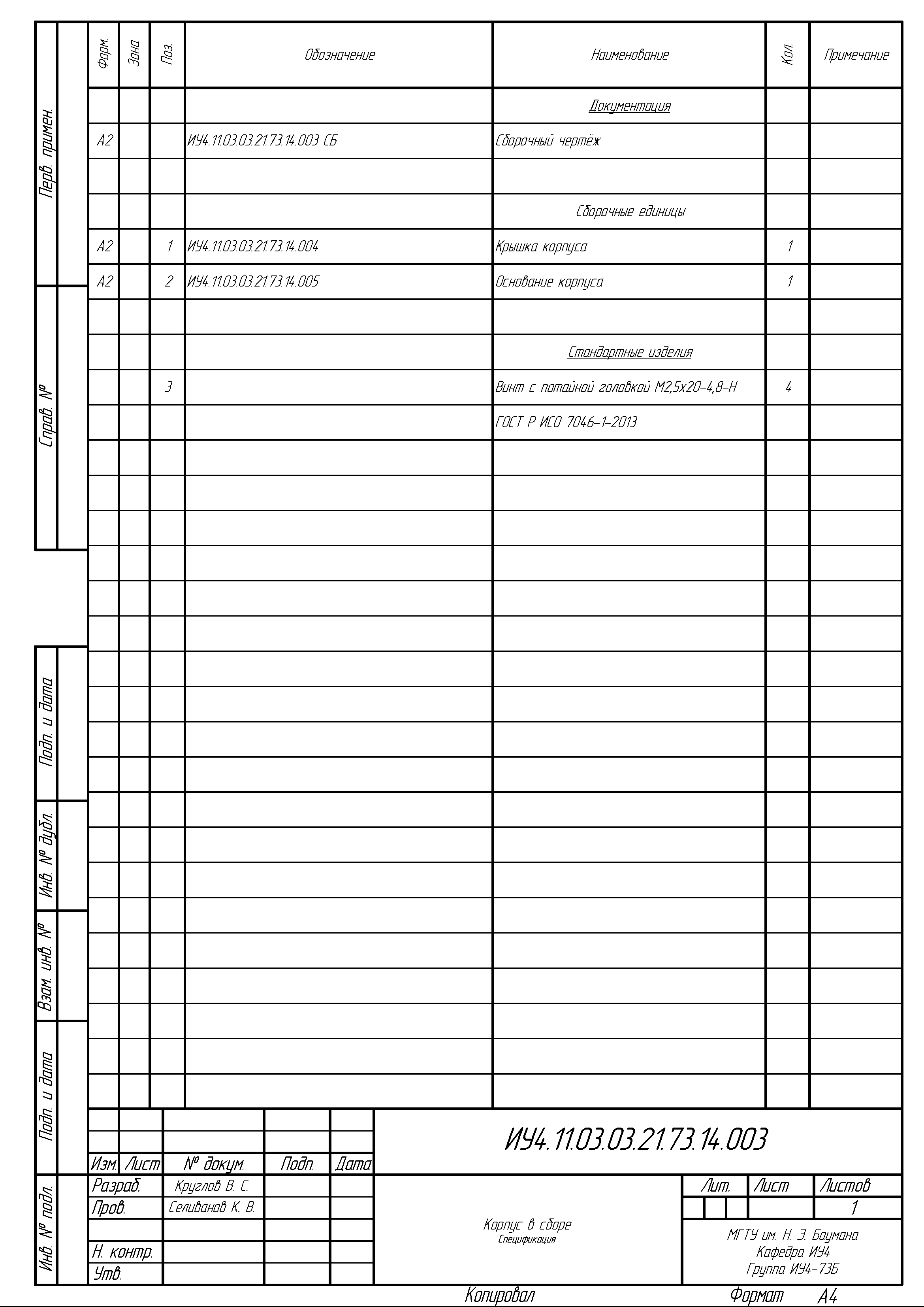
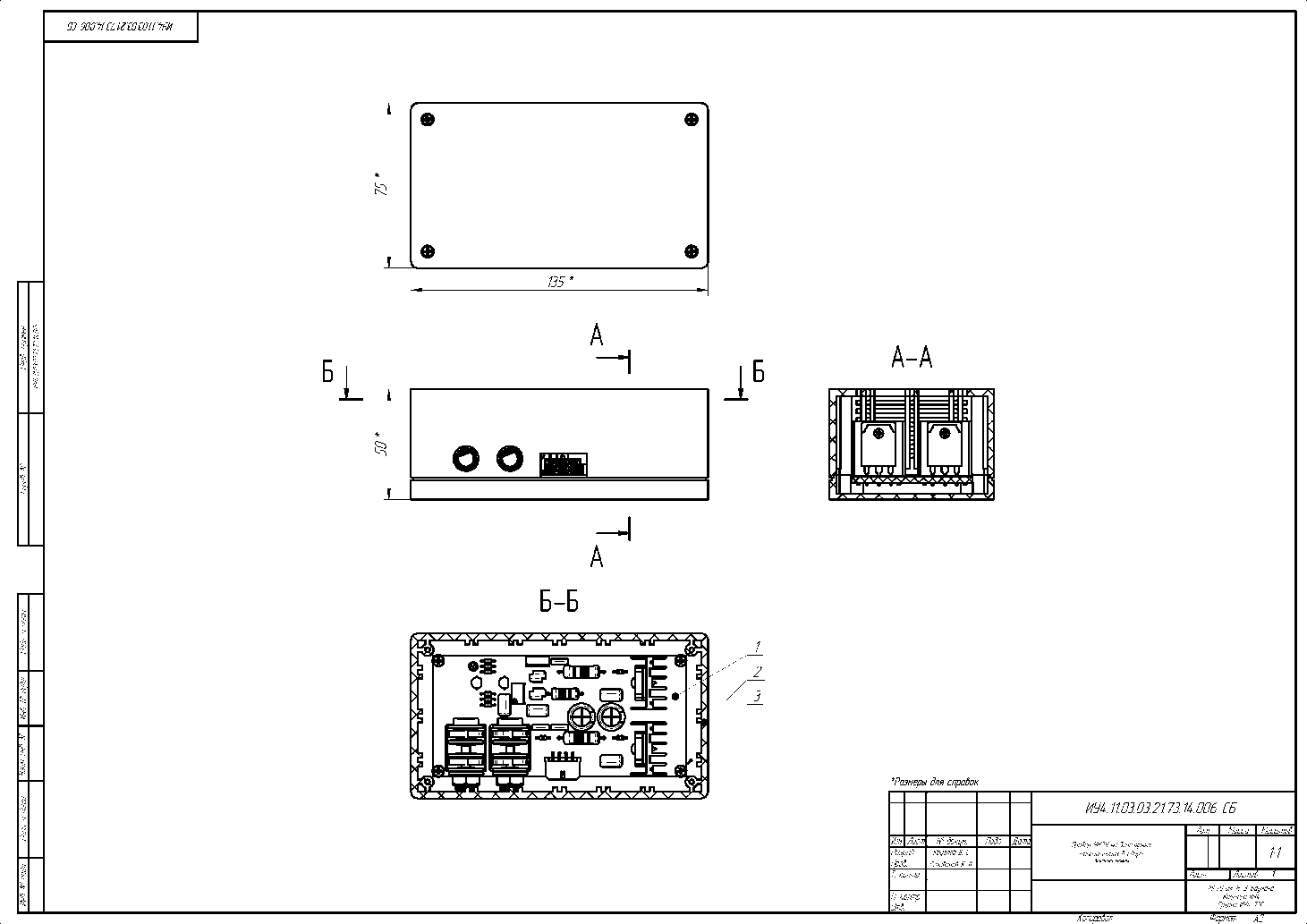
 Рисунок 16 – Спецификация корпуса

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 17 – Сборочный чертёж прибора

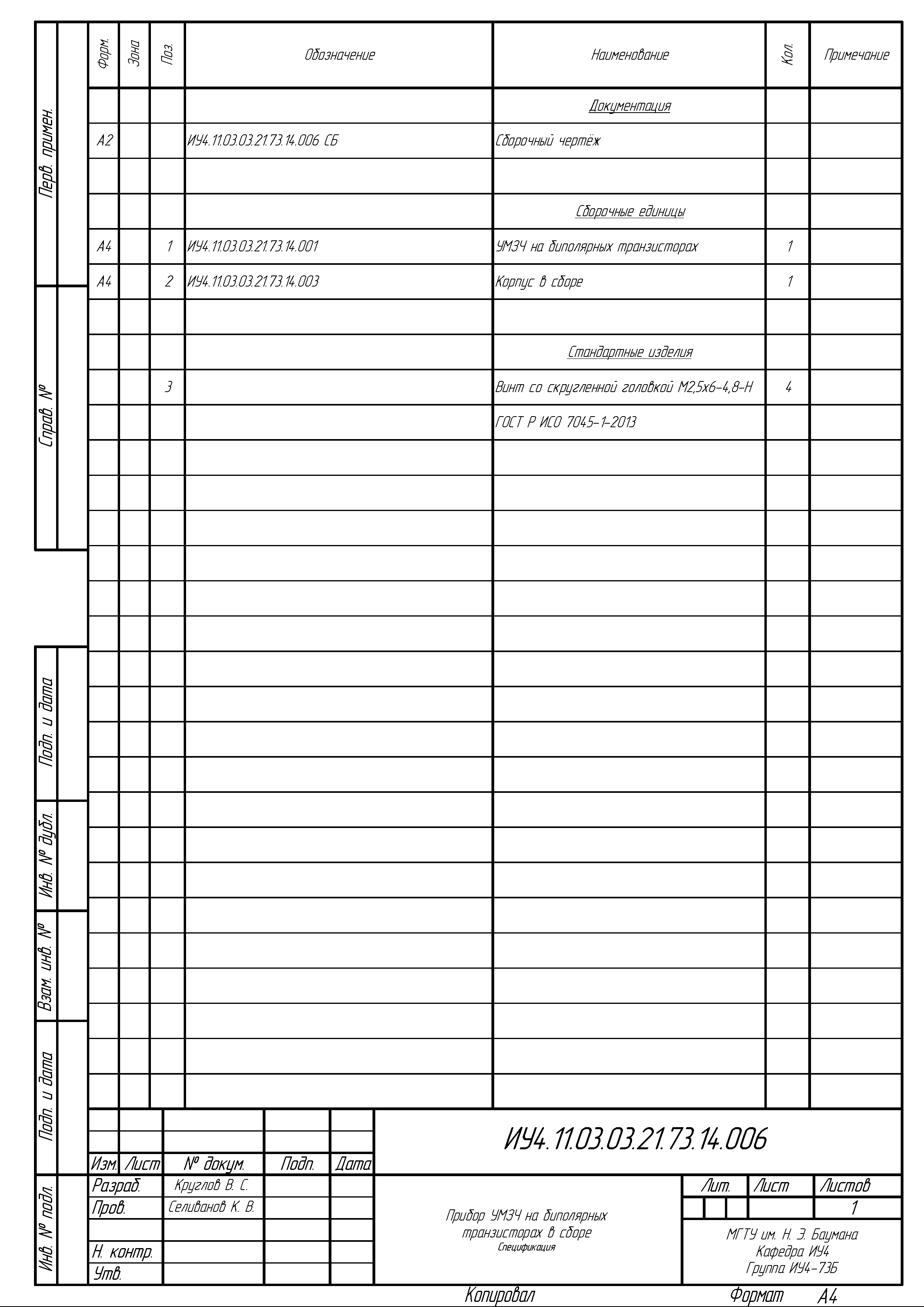
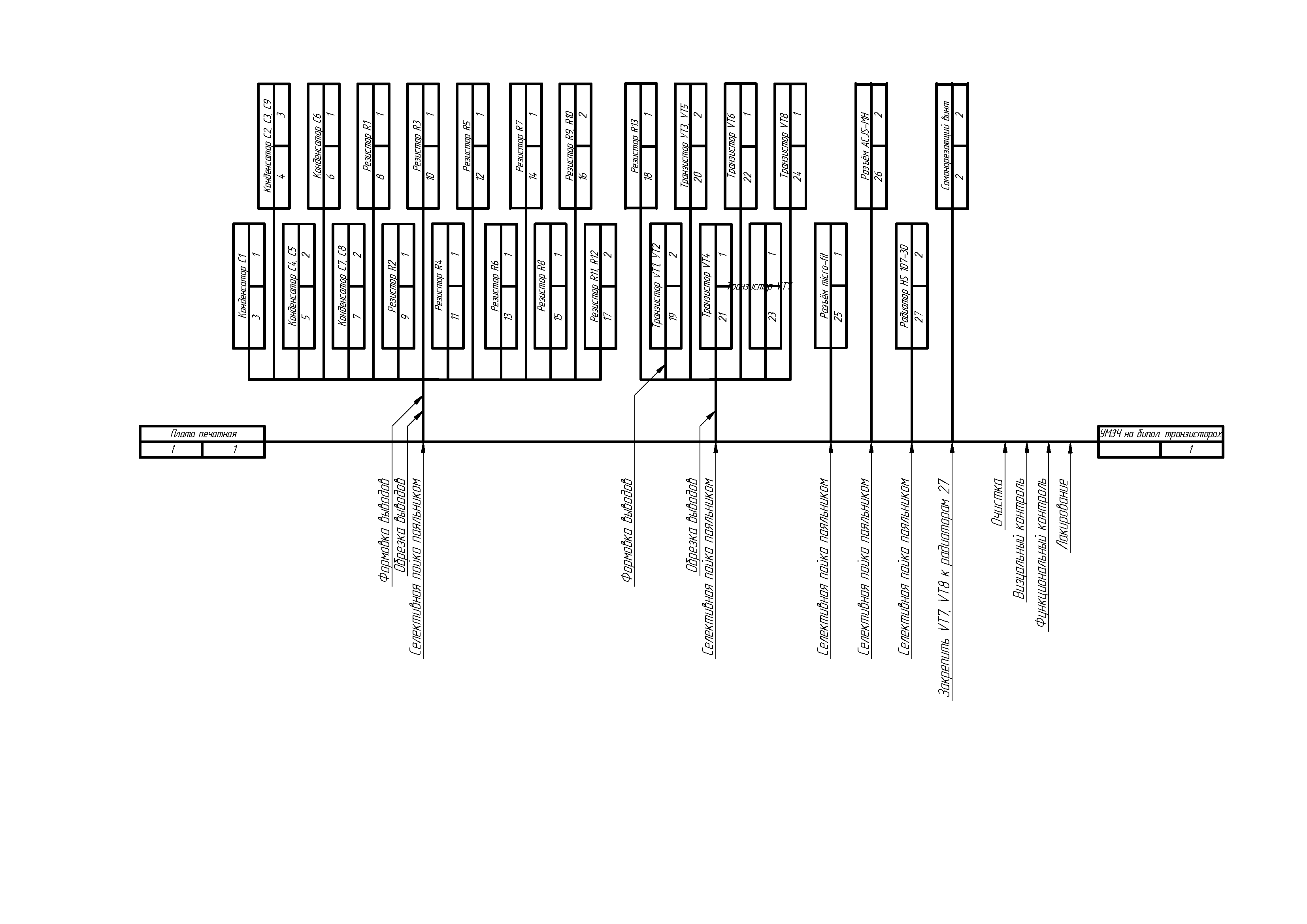


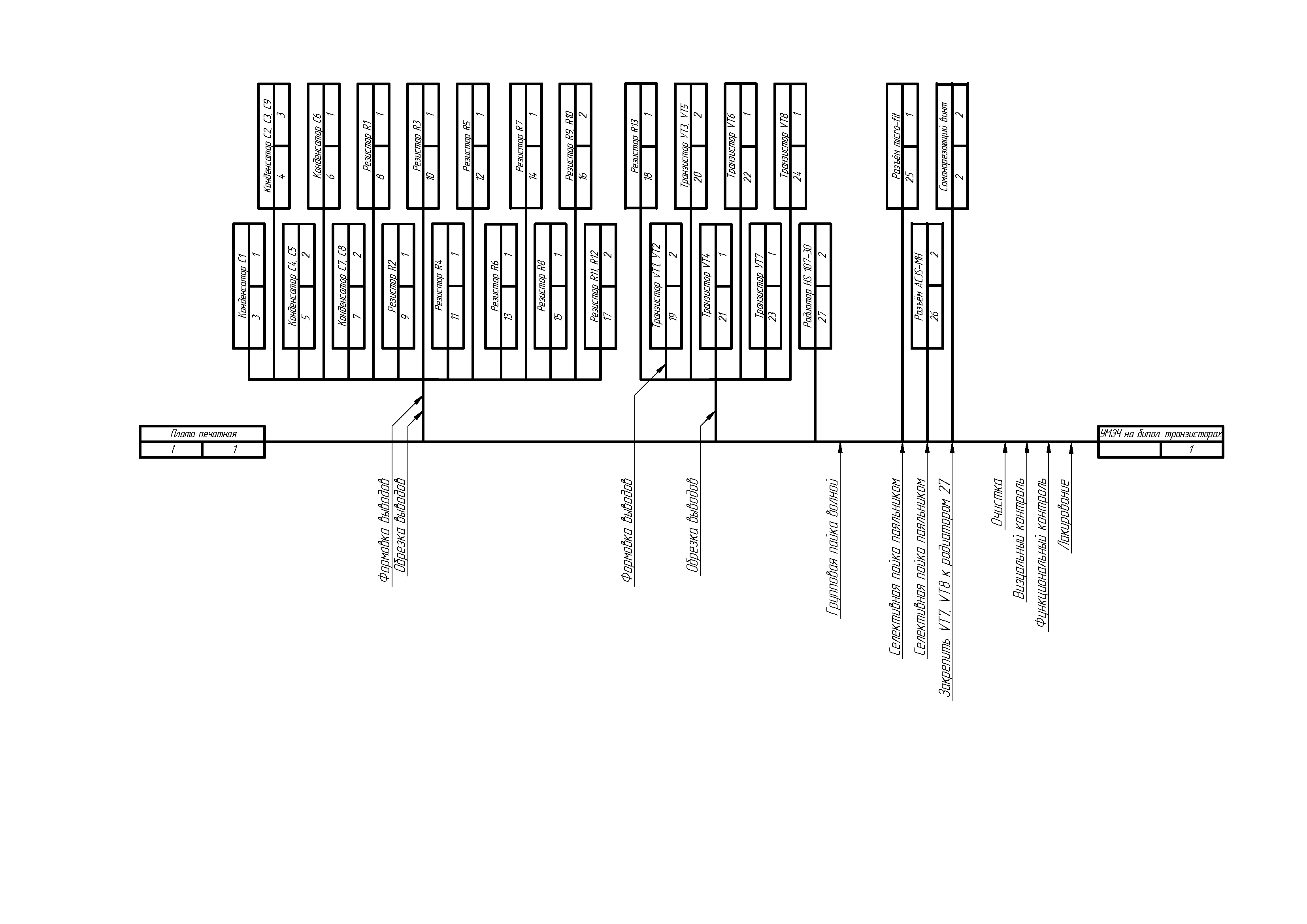
Рисунок 18 – Спецификация прибора

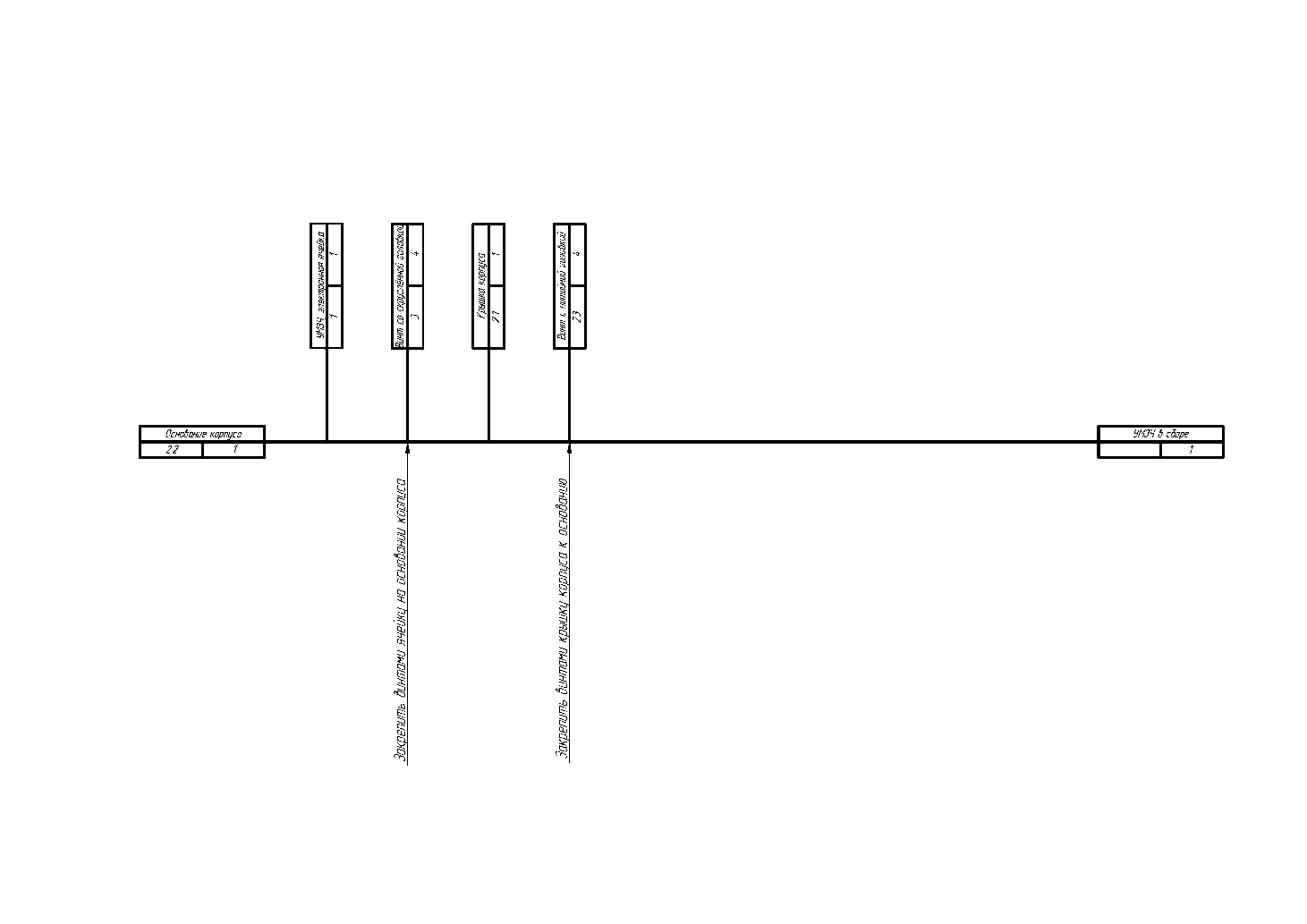
# Разработка Технологической документации для устройства «УМЗЧ на биполярных транзисторах»

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 19 – Схема сборки электронной ячейки, опытный образец

Рисунок 20 – Схема сборки электронной ячейки, серийное производство

Рисунок 21 – 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.

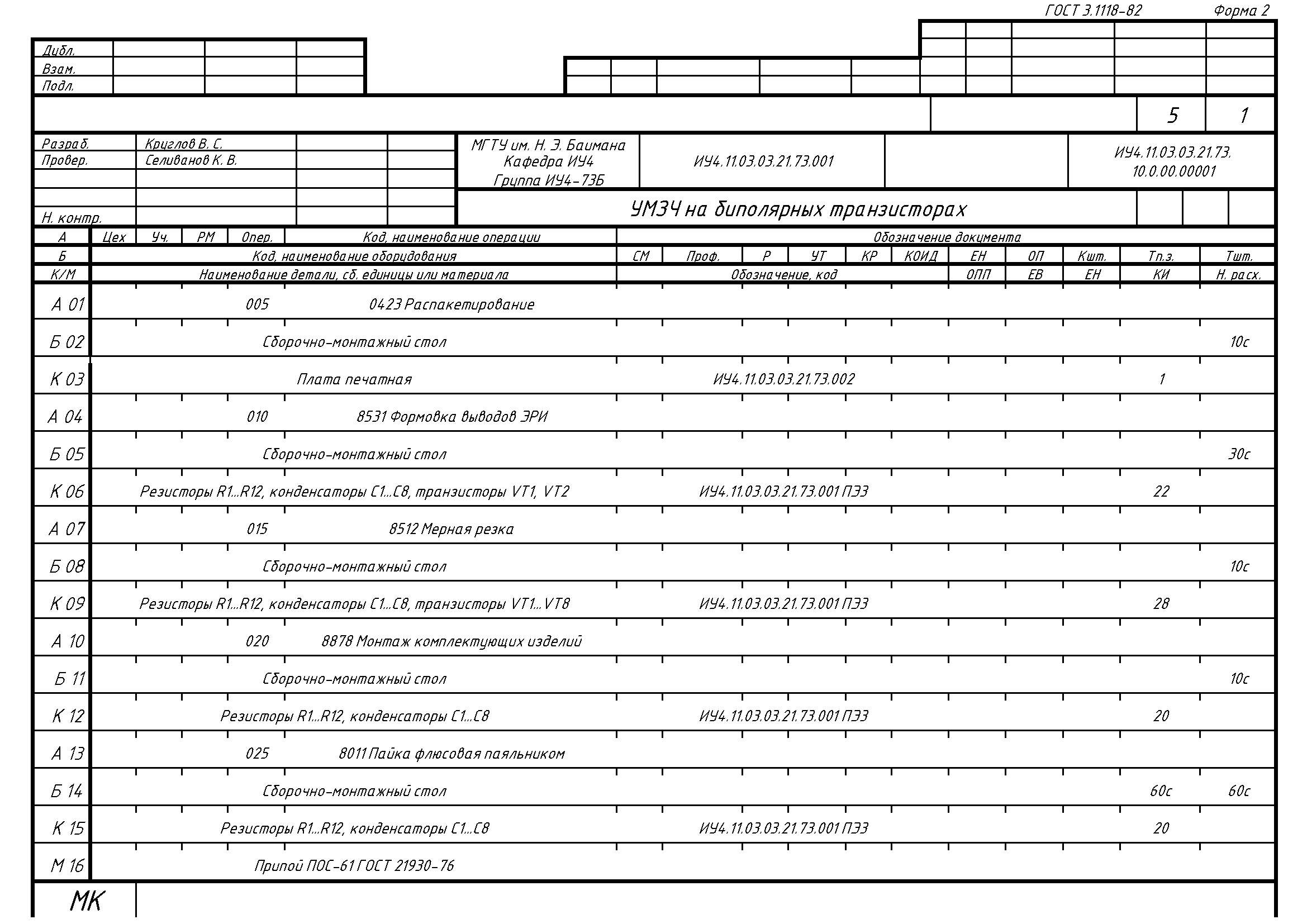
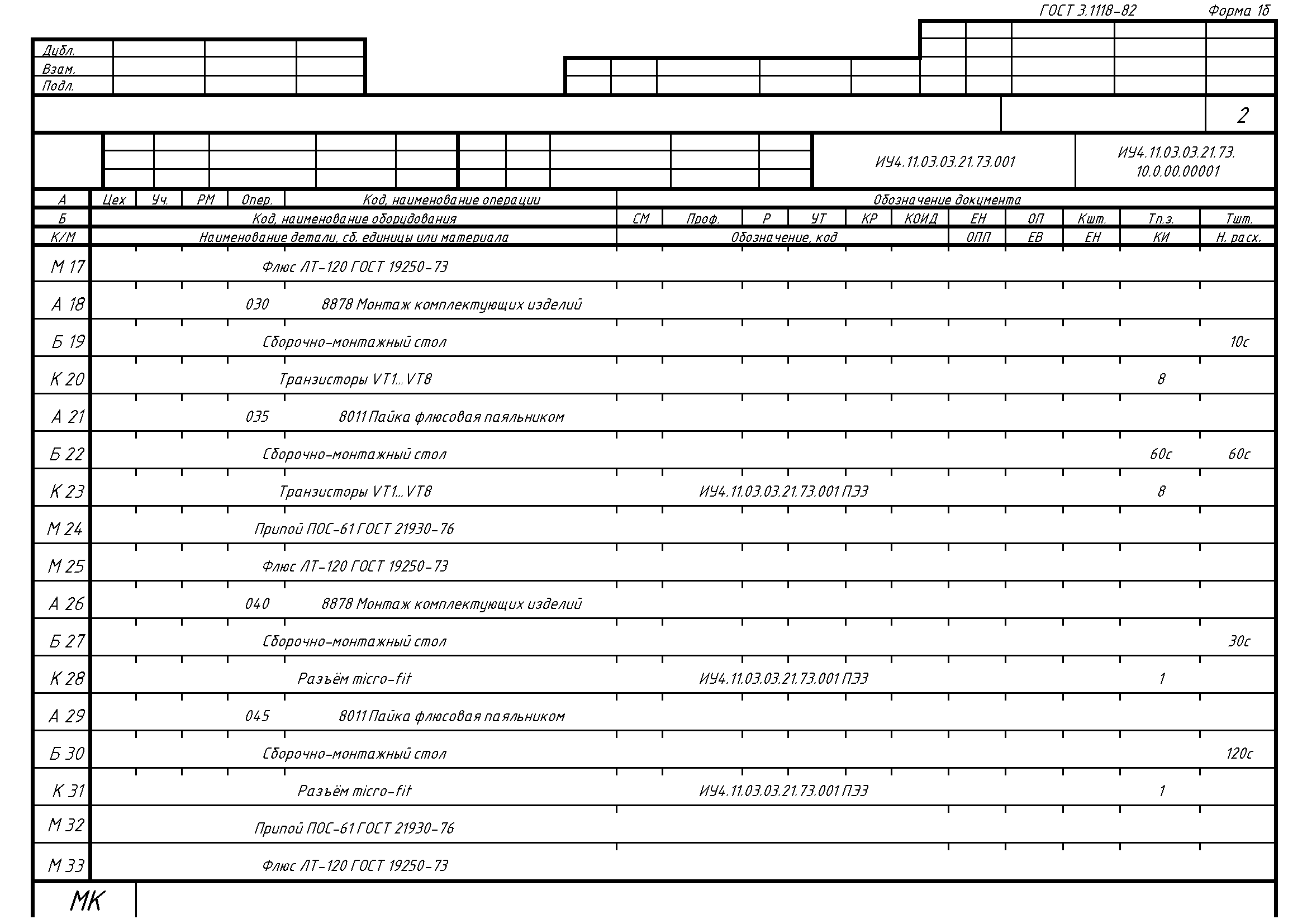
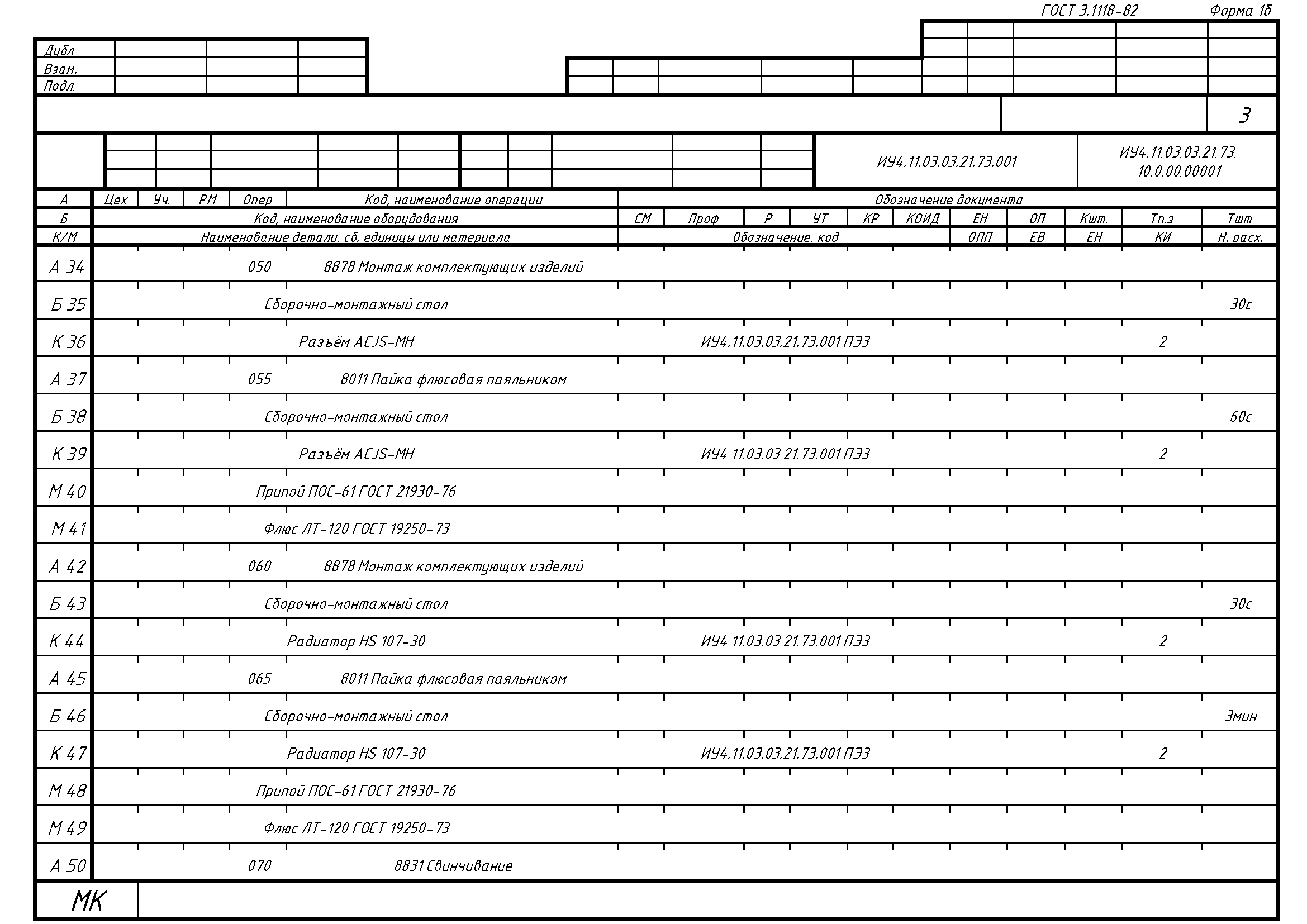
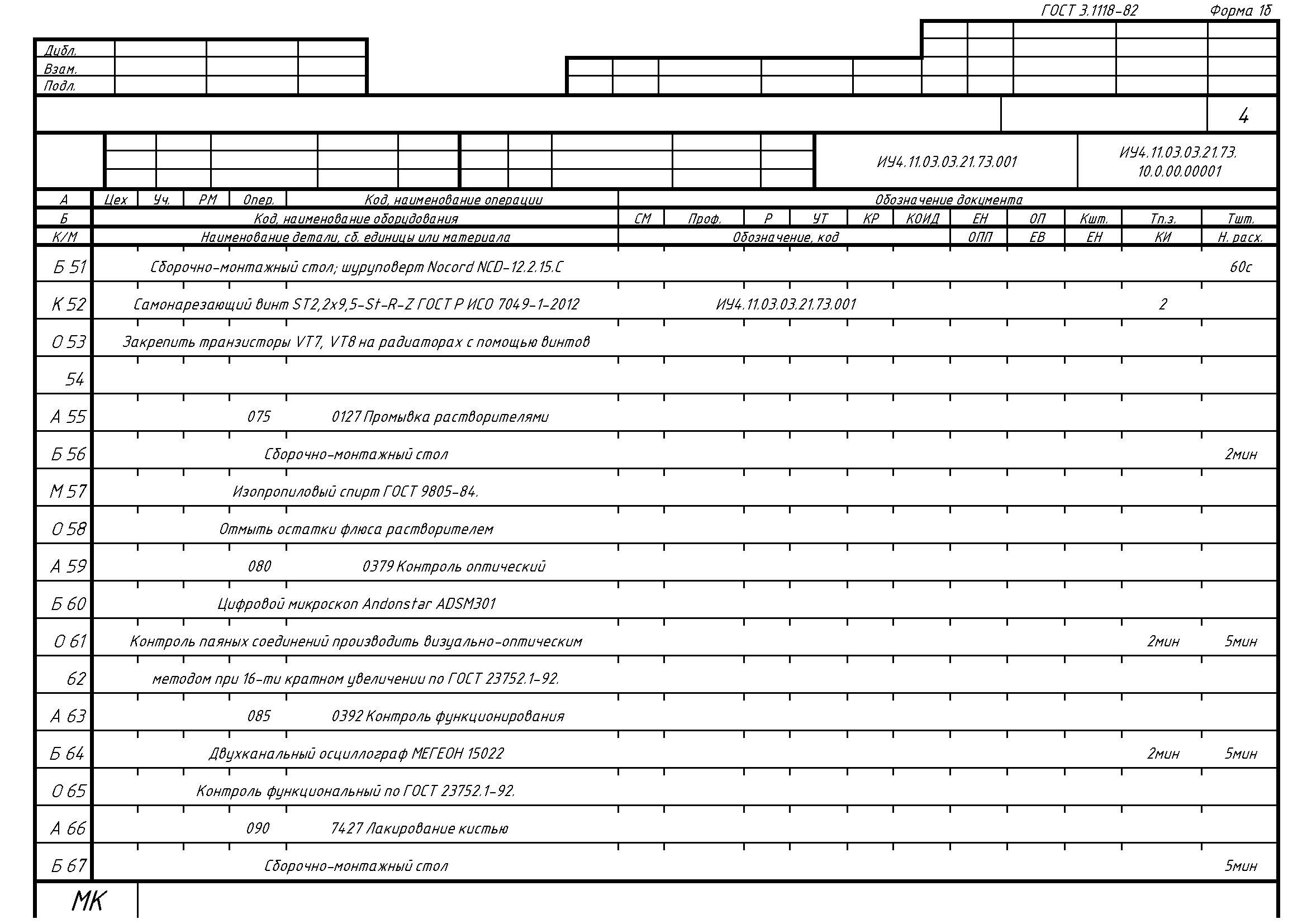
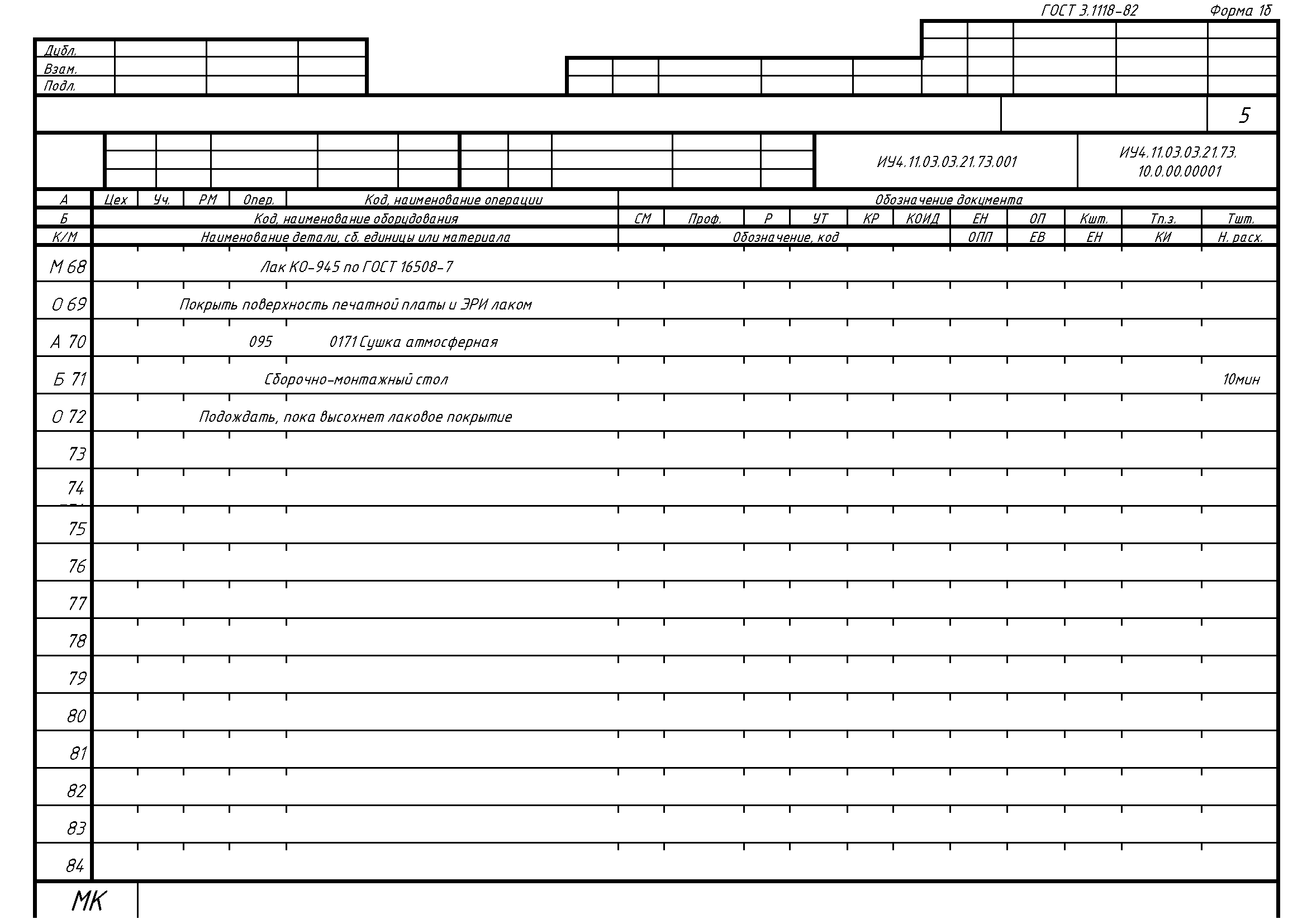


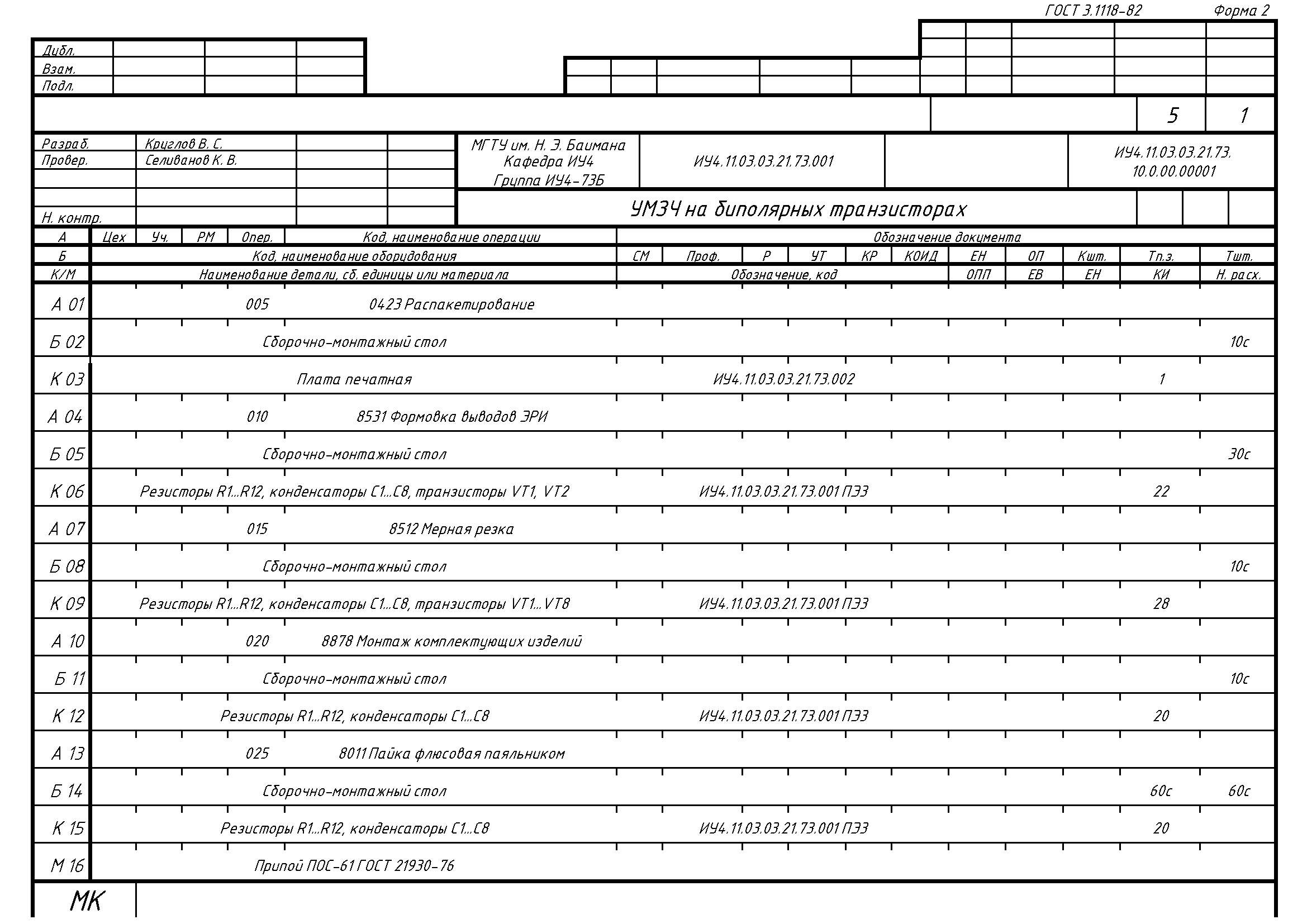
Рисунок 24 – Маршрутная карта опытного образца, первая страница

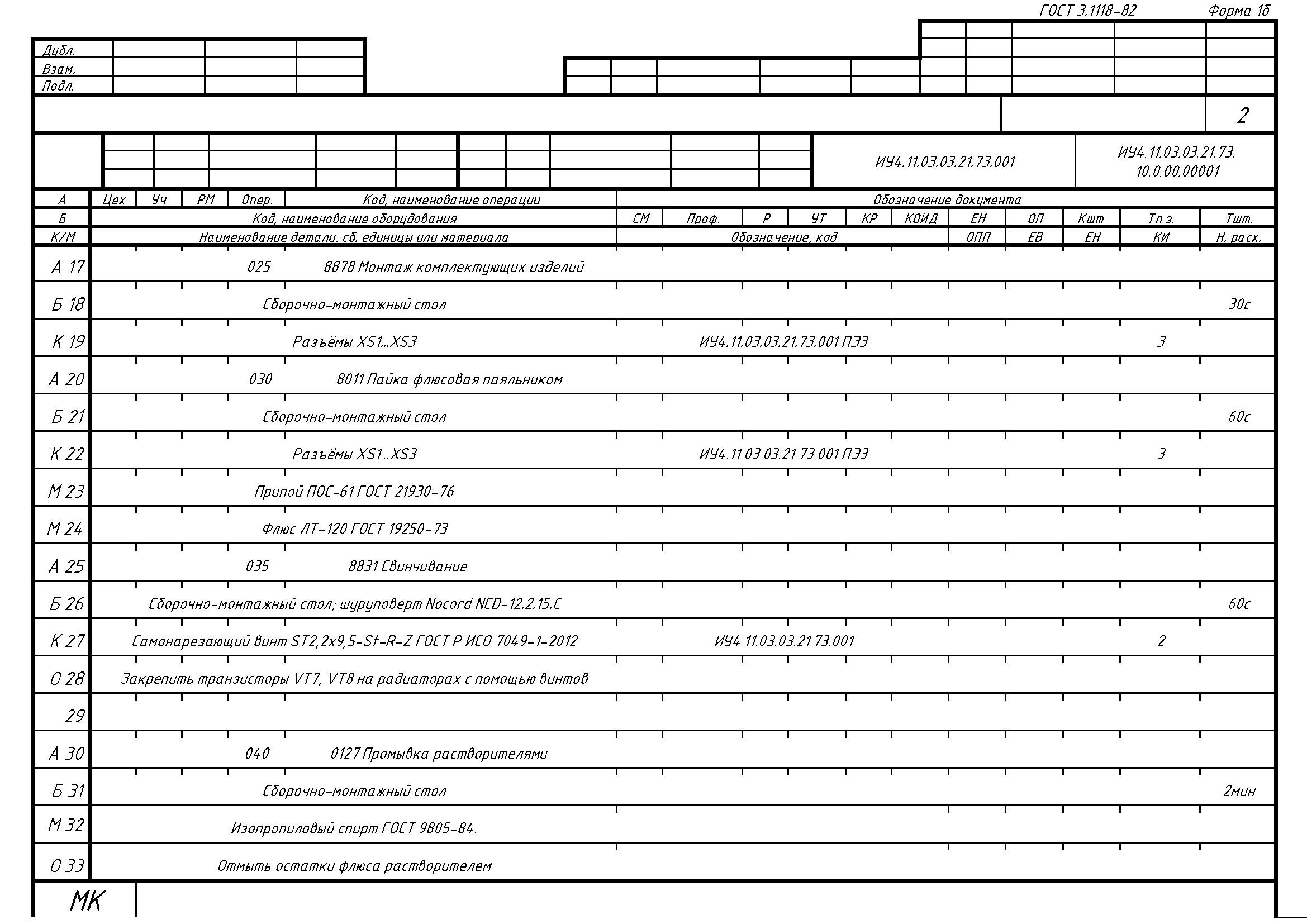
Рисунок 25 – Маршрутная карта опытного образца, вторая страница

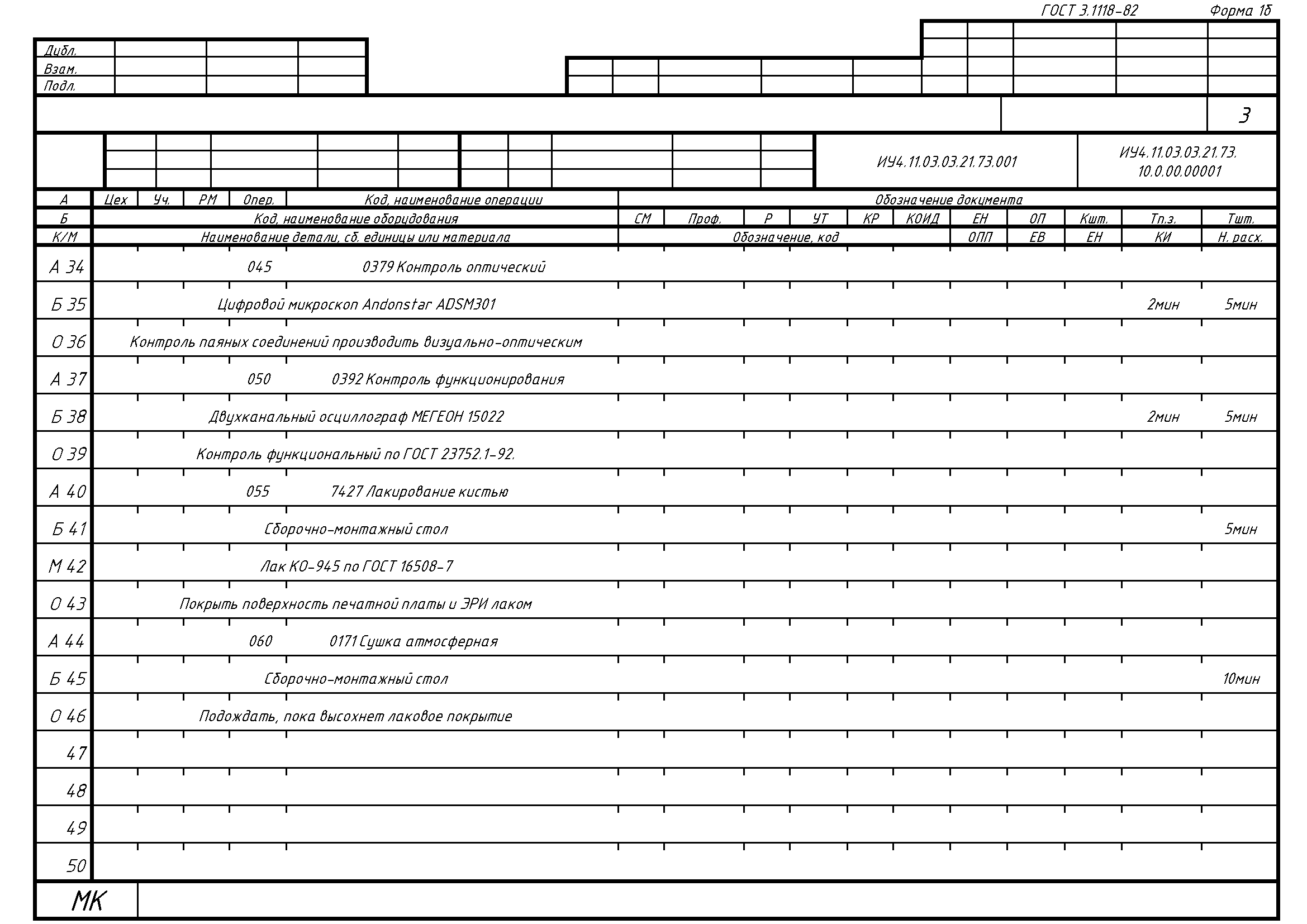
Рисунок 26 – Маршрутная карта опытного образца, третья страница

Рисунок 27 – Маршрутная карта опытного образца, четвёртая страница

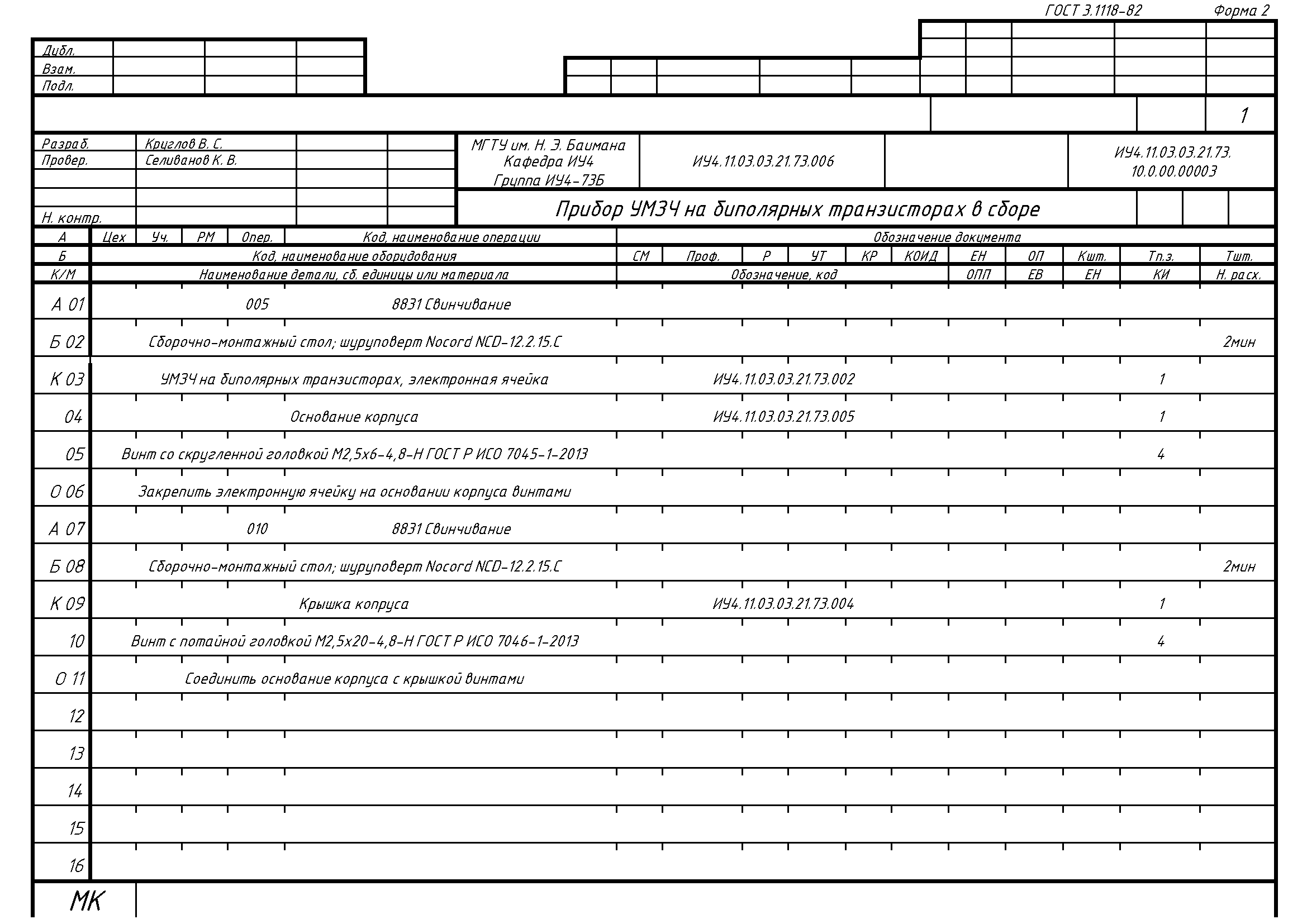
Рисунок 28 – Маршрутная карта опытного образца, последняя страница

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

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

# Расчёт такта выпуска

Согласно ГОСТ Р 57944-2017 технологичность – это совокупность свойств конструкции, которые проявляются в оптимальных затратах труда, средств, материалов и времени при изготовлении, эксплуатации и ремонте изделия. Для оценки технологичности электронных блоков применяют систему базовых коэффициентов, рекомендуемых отраслевыми стандартами. Комплексный показатель технологичности находится в пределах 0 < K ≤ 1 и определяется по формуле:



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

1. Коэффициент автоматизации пайки электронных компонентов (ЭК): КАП = НАП / НЭК, где НАП – количество ЭК, пайка которых осуществляется на автоматах; НЭК – количество ЭК в модуле;
2. Коэффициент автоматизации установки ЭК, подлежащих пайке: КАУ = НАУ / НЭК, где НАУ – количество компонентов, устанавливаемых на плату автоматизированными способами, которое определяется как НАУ = НСМ + НПМ, где НСМ и НПМ – соответственно количество компонентов, монтируемых в отверстия платы (сквозного монтажа), и компонентов поверхностного монтажа, устанавливаемых на плату автоматизированными способами;
3. Коэффициент снижения трудоемкости сборки и монтажа КТ СБ = 1 / НВМ, где НВМ – число, характеризующее вид монтажа;
4. Коэффициент автоматизации операций контроля и настройки: КАКН = (НАТ + НАФ) / HКН, 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 2:

Таблица 1 - Коэффициенты технологичности

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| i | 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

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименования | Обозначения | Значение  (образец/серийное) |
| Количество ЭК, пайка которых осуществляется на автоматах | НАП | 0/33 |
| Количество ЭК в модуле | НЭК | 33/33 |
| Количество компонентов, устанавливаемых на плату автоматизированными способами | НАУ | 0/33 |
| Число, характеризующее вид монтажа: КМП – 1,2, КМО – 1,8, смешанный – 2.8 | НВМ | 1,8/1,8 |
| Число автоматизированных операций внутрисхемного тестирования модуля | НАТ | 0/0 |
| Число автоматизированных операций приемочного функционального контроля модуля | НАФ | 0/0 |
| Общее число операций контроля и настройки. | HКН | 2 |

Итоговая формула расчёта коэффициента технологичности для опытного образца

Итоговая формула расчёта коэффициента технологичности для серийного производства

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.

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

*,*

*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:*

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

Для повышения технологичности также создан чертеж несложной, при этом достаточно функциональной оснастки – держателя платы. Оснастка будет применяться во время сборки электронной ячейки для удержания платы.

Эскиз оснастки представлен на рисунке 33 и документе ИУ4.11.03.03.21.73.007.

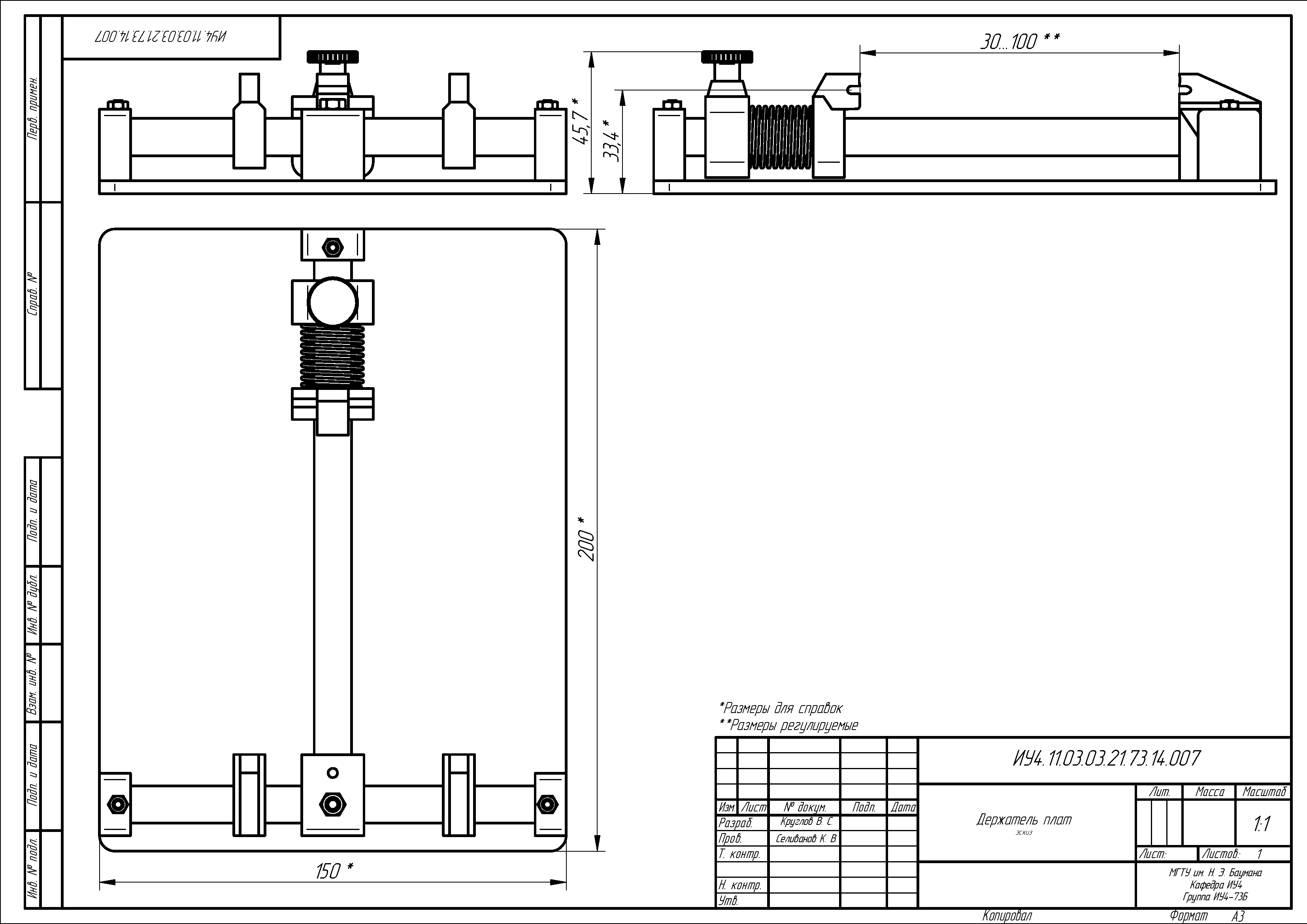


Рисунок 33 – Эскиз оснастки

# 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)

[2] ГОСТ 2.701-2008 Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению (с поправкой).

[3] ГОСТ 2.702-2011 Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Правила выполнения электрических схем.

[4] Монк, Саймон. Электроника. Теория и практика – 4-е изд.: Пер. с англ./Саймон Монк, Пауль Шерц. – СПб.: БХВ-Петербург, 2018. – 1168 с.:ил. –(Электроника)

[5] Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники: Пер. с англ. – 5-е изд, перераб \_ М.: Мир, 1998. – 704 с., ил.

[6] Семенцов С.Г., сборник лекции по курсу “Основы аналого-цифровой схемотехники”.

[7] ГОСТ 23752-79 Платы печатные. Общие технические условия (С изменениями №1-5).

[8] ГОСТ Р 53429-2009 Платы печатные. Основные параметры конструкции.

[9] ГОСТ 10316-78 Гетинакс и стеклотекстолит фольгированные. Технические условия (с Изменениями №1-6).

[10] ГОСТ 21930-76 Припои оловянно-свинцовые в чушках. Технические условия (с Изменениями №1,2,3,4).

[11] ГОСТ 11284-75 Отверстия сквозные под крепежные детали. Размеры (С изменением №1)

[12] ГОСТ 29137-91 Формовка выводов и установка изделий электронной техники на печатные платы. Общие требования и нормы конструирования.