Оглавление

[1. Уточнение состава оборудование и оснастки 3](#_Toc88070401)

[2. Разработка схемы обобщенной компоновки системы 5](#_Toc88070402)

[3. Выбор средств технического оснащения следующих систем: 6](#_Toc88070403)

[ автоматизированную складскую систему; 6](#_Toc88070404)

[ автоматизированную транспортную систему; 7](#_Toc88070405)

[ автоматизированная система инструментального обеспечения; 7](#_Toc88070406)

[ система автоматизированного контроля; 7](#_Toc88070407)

[ автоматизированная система удаления отходов. 8](#_Toc88070408)

[4. Разработка специализированной оснастки для любого элемента системы (схваты, кантователи, кулачки, накопители, приспособления-спутники) 8](#_Toc88070409)

[5. Разработка циклограммы работы системы с определением такта и времени цикла 9](#_Toc88070410)

[Приложение: 10](#_Toc88070411)

[П.1. Схема автоматизированной ячейки. 10](#_Toc88070412)

[П.2. Конструкция кулачка с подпружиненными элементом. 11](#_Toc88070413)

# 1. Уточнение состава оборудование и оснастки

Для проектирования автоматизированной ячейки механической обработки необходимо выделить операции, на которых возможно применить автоматизированное технологическое оснащение.

На операциях с 000 по 030 используется неоднозначные черновые базы, которые не позволяют использовать автоматизированные станочные (установочные) приспособления для базирования и закрепления.

На интервале операций 055-090 есть операция 075, на которой используется лазерный гравировальный станок с базированием по двум пальцам (цилиндрический и конический). В качестве цилиндрического пальца выступает трехкулачковый самоцентрирующийся патрон. Поэтому использование автоматизированного загрузчика для установки заготовки в подобное приспособление затруднительно, так как требуется загрузчик с высокой жесткостью и точностью перемещения в пространстве для попадания на ромбический палец.

В результате приходим к выводу, что автоматизировать механическую обработку можно на операциях 035-050. На токарных операциях с ЧПУ заготовка базируется по внутренней цилиндрической поверхности с упором в торец, для чего используются трехкулачковый самоцентрирующийся патрон с калеными кулачками для базирования по черновой поверхности и тот же патрон с удлиненными сырыми расточенными кулачками для базирования по чистовой поверхности. На горизонтально-фрезерных операциях с ЧПУ используется гидравлический трехкулачковый самоцентрирующийся патрон с удлиненными сырыми расточенными кулачками, установленный через планшайбу на стол станка, а для определения положения по шестой степени свободы заготовка заранее ориентирована на столе хранения и также происходит привязка детали по шестой степени свободы с помощью контактного датчика во фрезерном станке.

На операции 45 планируется использовать приспособление в виде трехкулачкового патрона с резиновой опорой во избежание опрокидывания заготовки (рис.1).

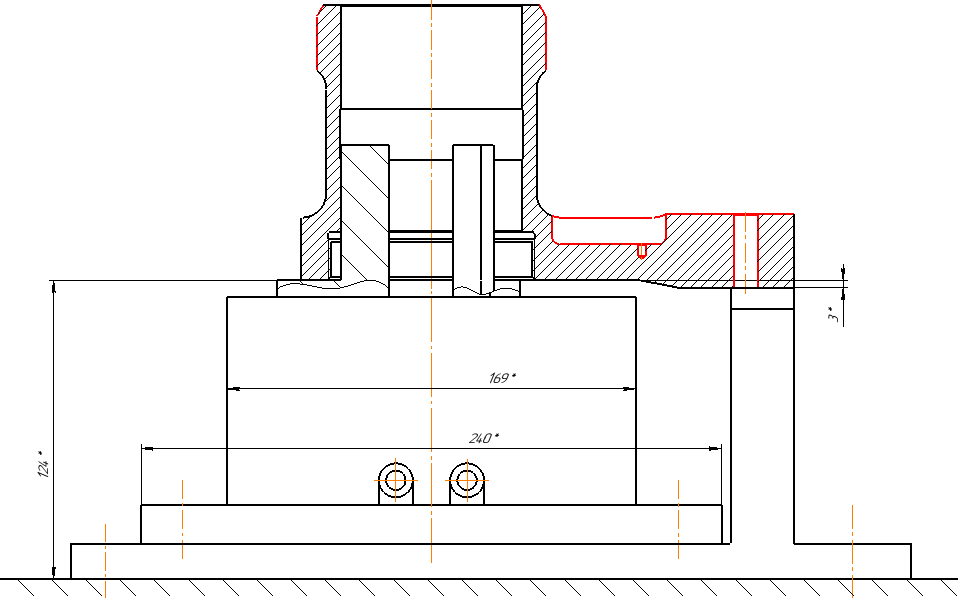


Рисунок 1 - Примерный вид приспособления для операции 045

*Итоговый список операций подлежащих автоматизации:*

* *Операция 035*

*Оборудование:* токарный станок с ЧПУ ST25 ([HAAS](https://www.haascnc.com/machines/lathes/st/models/standard/st-25.html))

*Приспособление:* трехкулачковый самоцентрирующий патрон N-210A6 ([AutoStrong](https://www.auto-strong.com/web_e/Power-Chuck_NIT-200.html)) с калеными кулачками HJ10

* *Операция* 040

*Оборудование:* токарный станок с ЧПУ ST25 ([HAAS](https://www.haascnc.com/machines/lathes/st/models/standard/st-25.html))

*Приспособление:* трехкулачковый самоцентрирующий патрон N-210A6 ([AutoStrong](https://www.auto-strong.com/web_e/Power-Chuck_NIT-200.html)) с удлиненными алюминиевыми расточенными кулачками.

* *Операция 045*

*Оборудование:* вертикально-фрезерный станок с ЧПУ VF-1 ([HAAS](https://www.haascnc.com/machines/vertical-mills/vf-series/models/small/vf-1.html)).

*Приспособление:* гидравлический трехкулачковый самоцентрирующийся патрон ROTA NCK-S plus 165 K-SV60° ([schunk](https://schunk.com/de_en/clamping-technology/product/65200-0450200-rota-nck-s-plus-165-k-sv60/)) с алюминиевыми расточенными кулачками: KM-WBAL 70 ([schunk](https://schunk.com/shop/de/de/Spanntechnik/Drehmaschine/Spannbacken/Weiche-Spannbacken/Gerade-Aufsatzbacken-Aluminium/KM-WBAL-70/p/000000000000132521)).

* *Операция 050*

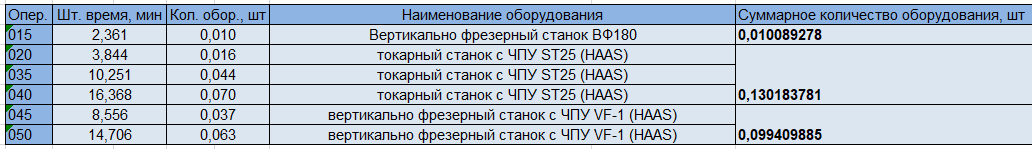
*Оборудование:* вертикально-фрезерный станок с ЧПУ VF-1 ([HAAS](https://www.haascnc.com/machines/vertical-mills/vf-series/models/small/vf-1.html)).

*Приспособление:* гидравлический трехкулачковый самоцентрирующийся патрон ROTA NCK-S plus 165 K-SV60° ([schunk](https://schunk.com/de_en/clamping-technology/product/65200-0450200-rota-nck-s-plus-165-k-sv60/)) с алюминиевыми расточенными кулачками: KM-WBAL 70 ([schunk](https://schunk.com/shop/de/de/Spanntechnik/Drehmaschine/Spannbacken/Weiche-Spannbacken/Gerade-Aufsatzbacken-Aluminium/KM-WBAL-70/p/000000000000132521)).

# 2. Разработка схемы обобщенной компоновки системы

Ниже приведена таблица с результатами расчета циклов технологических операций (штучного времени).

Таблица - Расчет циклов технологических операций и количества оборудования



Проектируемая автоматическая линия будет относится к асинхронным из-за различающихся длительностей тактов отдельных единиц оборудования.

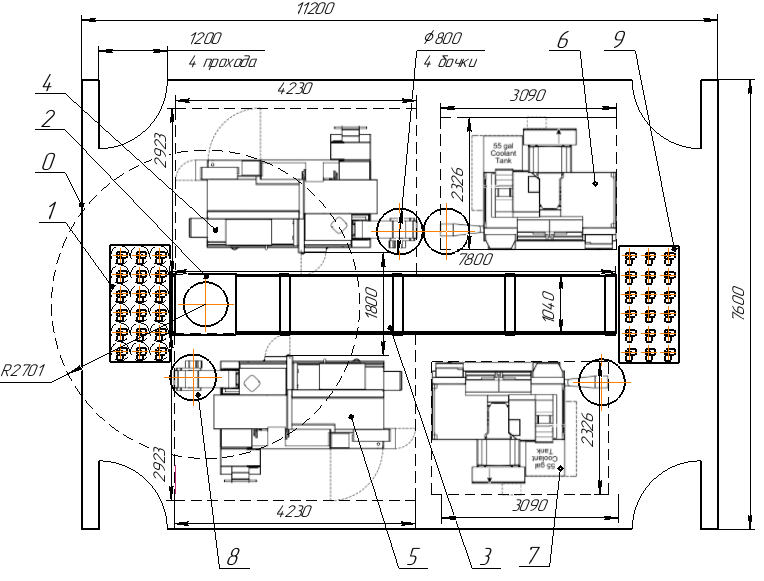
Ниже представлена схема обобщённой компоновки системы.

Рисунок - Схема обобщенной компоновки автоматической системы.

На схеме компоновки изображено:

1. сетчатое ограждение автоматизированной ячейки;
2. стол с ячейками для 18-ти заготовок, подлежащих обработке;
3. манипулятор с двухкулачковый захватом;
4. рельсовый путь длинной 7900 мм для манипулятора;
5. токарный станок с ЧПУ ST25 ([HAAS](https://www.haascnc.com/machines/lathes/st/models/standard/st-25.html)) с авт. дверью;
6. токарный станок с ЧПУ ST25 ([HAAS](https://www.haascnc.com/machines/lathes/st/models/standard/st-25.html)) с авт. дверью;
7. вертикально-фрезерный станок с ЧПУ VF-1 ([HAAS](https://www.haascnc.com/machines/vertical-mills/vf-series/models/small/vf-1.html)) с авт. дверьми;
8. вертикально-фрезерный станок с ЧПУ VF-1 ([HAAS](https://www.haascnc.com/machines/vertical-mills/vf-series/models/small/vf-1.html)) с авт. дверьми;
9. четыре бочки диаметром 800м и высотой 800 мм.
10. стол с ячейками для обработанных заготовок.

# 3. Выбор средств технического оснащения следующих систем:

## автоматизированную складскую систему;

В качестве складской системы используется два стола на 18 заготовок каждый. Размеры стола ДхШхВ составляют 2050х1050х550.

У стола с необработанными заготовками на каждой позиции имеется приспособление для ориентирования детали посредством её поворота. Предварительная ориентация углового положения детали необходима будет осуществляется после операций 035 и 040. Приспособление будет выполнено из пластика во избежание повреждения обработанных поверхностей детали.

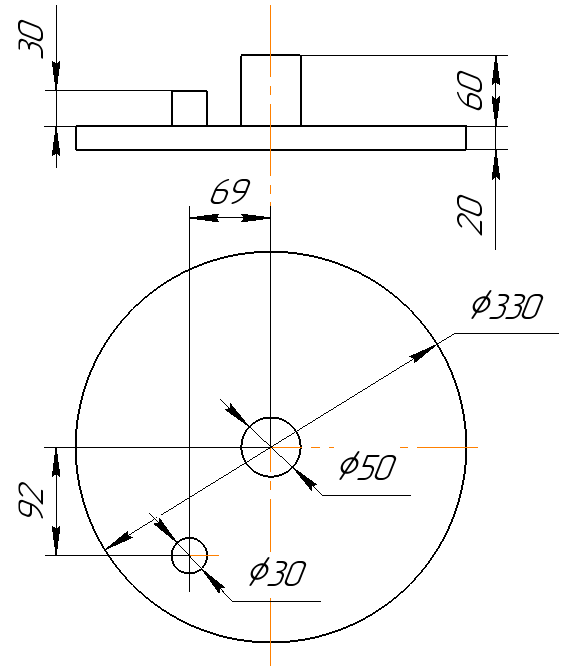


Рисунок - Примерный вид приспособления для ориентации углового положения детали.

Столу для обработанных деталей не нужны дополнительные ориентирующие приспособления.

Столы на входе и на выходе должны иметь строго определенную позицию относительно манипулятора, что можно реализовать с помощью выемок в полу или платформ с выемками для колес.

## автоматизированную транспортную систему;

В качестве транспортной системы используется манипулятор KR 250 R2700-2 ([KUKA](https://www.kuka.com/-/media/kuka-downloads/imported/6b77eecacfe542d3b736af377562ecaa/0000325892_en.pdf?rev=59428711b8484632a6b9e5bc9fb3a5a1&hash=E88CC8CF022B10B68FE413956CDB4A5F)) совместно с рельсовой дополнительной осью KL 1500‑3 [(KUKA)](https://robotosvarka.ru/upload/iblock/dd2/Linear-Units-and-Positioners.pdf).

В качестве захвата используется двухкулачковый захват модели PGN‑plus-P 300-1 ([SCHUNK](https://schunk.com/ru_ru/zakhvatnye-sistemy/product/69998-1377846-pgn-plus-p-300-1/)) с ходом на один кулачок 35 мм и грузоподьемностью 33 кг.

Захват будет работать как на сжатие – для кантования заготовок на столе, так и на разжим – для центрирования по внутренней цилиндрической поверхности и дальнейшей установки заготовки на станок.

Для изготовления кулачков с полиуретановой накладкой для базирования по внутренней цилиндрической поверхности будут использованы стальные заготовки для кулачков SBR‑PGZN‑plus 300 ([SCHUNK](https://schunk.com/ru_ru/zakhvatnye-sistemy/seriesaccessory/abr-sbr-rb/product/1239-0300026-sbr-pgzn-plus-300/))

## автоматизированная система инструментального обеспечения;

Автоматическую смену инструмента на операциях 035 и 040 обеспечивает 12-ти позиционная револьверная головка BOT ([HAAS](https://www.haascnc.com/productivity/turret/bot.html)), а на операциях 045 и 050 – устройство смены инструмента на 20+1 позицию ([HAAS](https://www.haascnc.com/productivity/tool-changer/tc-20.html)).

## система автоматизированного контроля;

В качестве системы автоматизированного контроля на операции 045 используется измерительная система с датчиком RMP40 ([RENISHAW](https://www.renishaw.ru/ru/rmp40-radio-transmission-probe--12000)) для определения более точного углового положения детали и контроля достаточности припуска при дальнейшей обработки. Для данного датчика необходим патрон M‑4071-0057 ([RENISHAW](https://www.renishaw.com/shop/Product.aspx?Product=M-4071-0057)) и щуп A‑5000-7523 ([RENISHAW](https://www.renishaw.com/shop/Product.aspx?Product=A-5000-7523)).

## автоматизированная система удаления отходов.

Для удаления отходов из рабочей области станка используются ленточные конвейеры, установленные в станках и перемещающие стружку из рабочей области в бочки объемом 400 л.

# 4. Разработка специализированной оснастки для любого элемента системы (схваты, кантователи, кулачки, накопители, приспособления-спутники)

Так как для данного захвата у производителя не предусмотрено наличие подпружиненного упора, то предлагается использовать в этих целях конструкцию из приложения П.2., основанную на заготовке для кулачка от производителя.

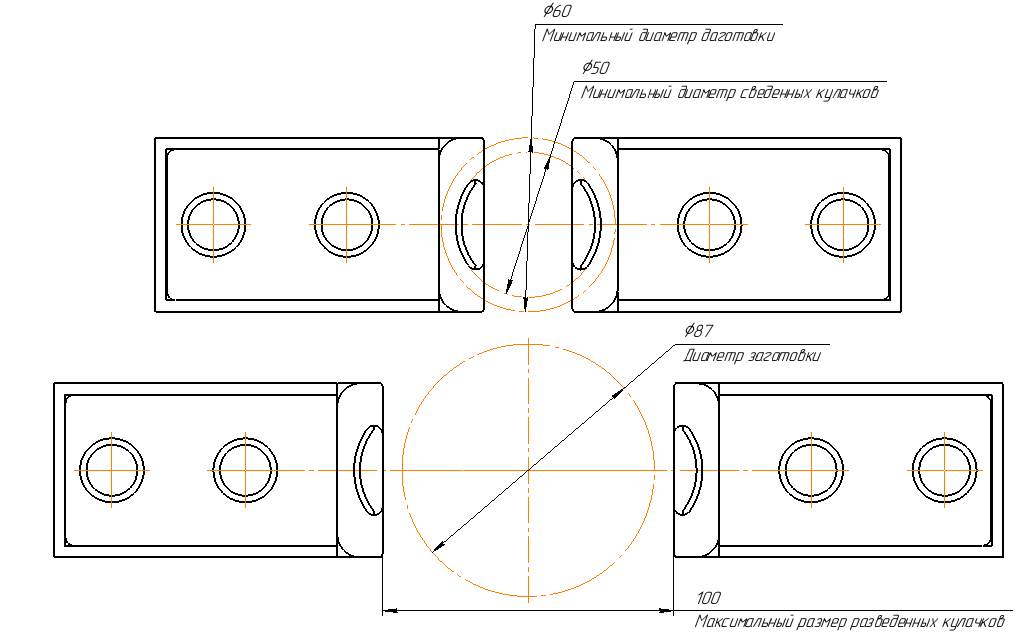
 Данная конструкция отвечает следующим геометрическим требованиям с учетом диапазона ходов кулачков:

Рисунок - Геометрические требования к кулачкам

# 5. Разработка циклограммы работы системы с определением такта и времени цикла

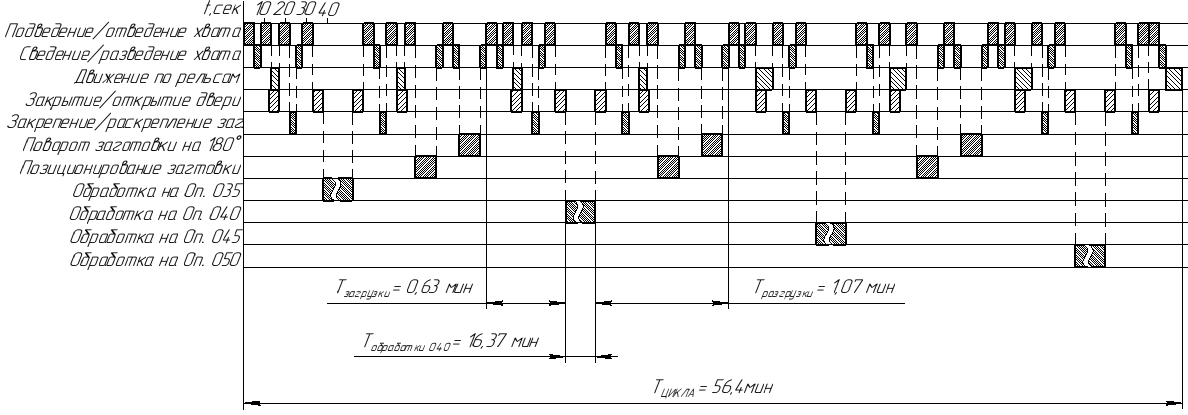
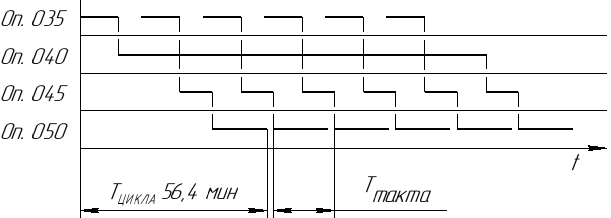


Рисунок 5 - Циклограмма работы системы при производстве одной детали.

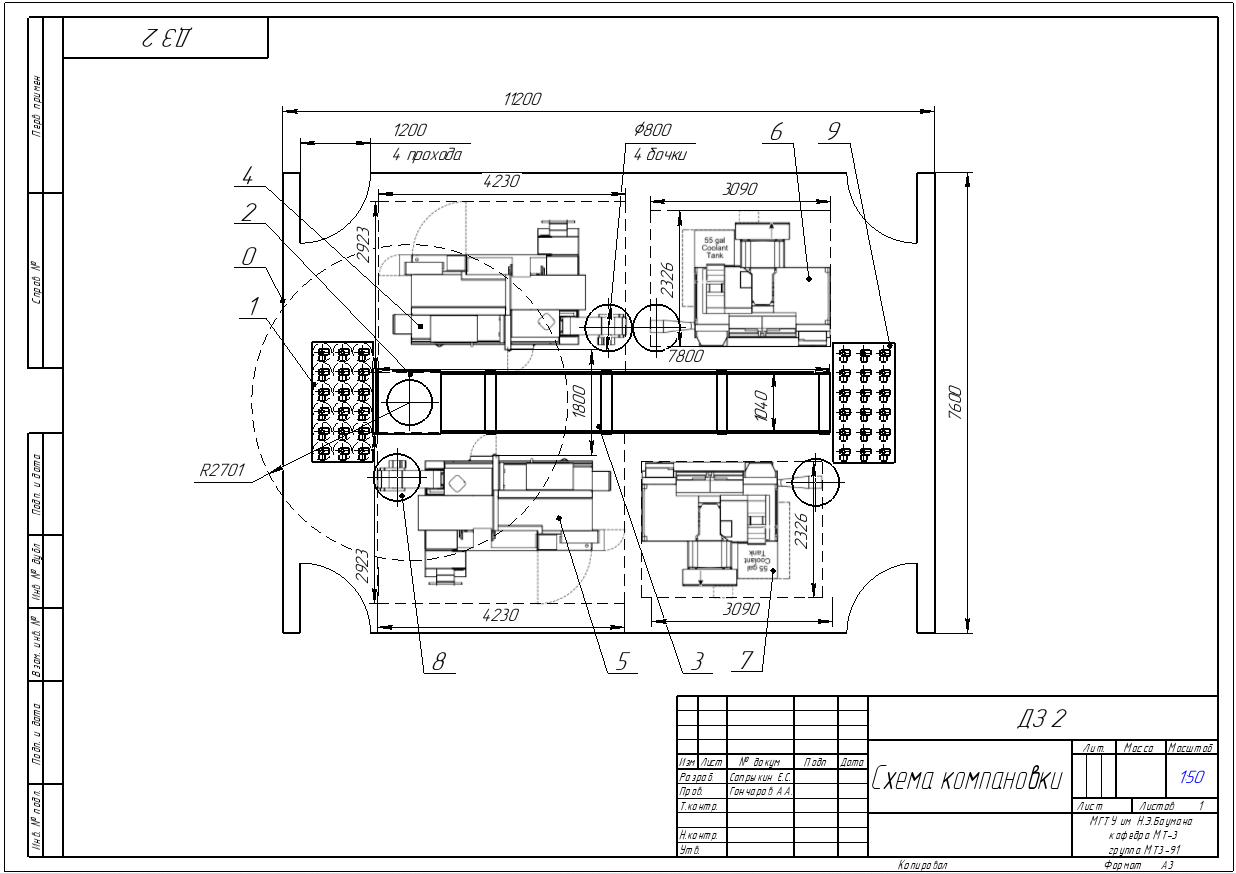
Рисунок 6 - Циклограмма работы системы при параллельном режиме работы



Время такта равно:

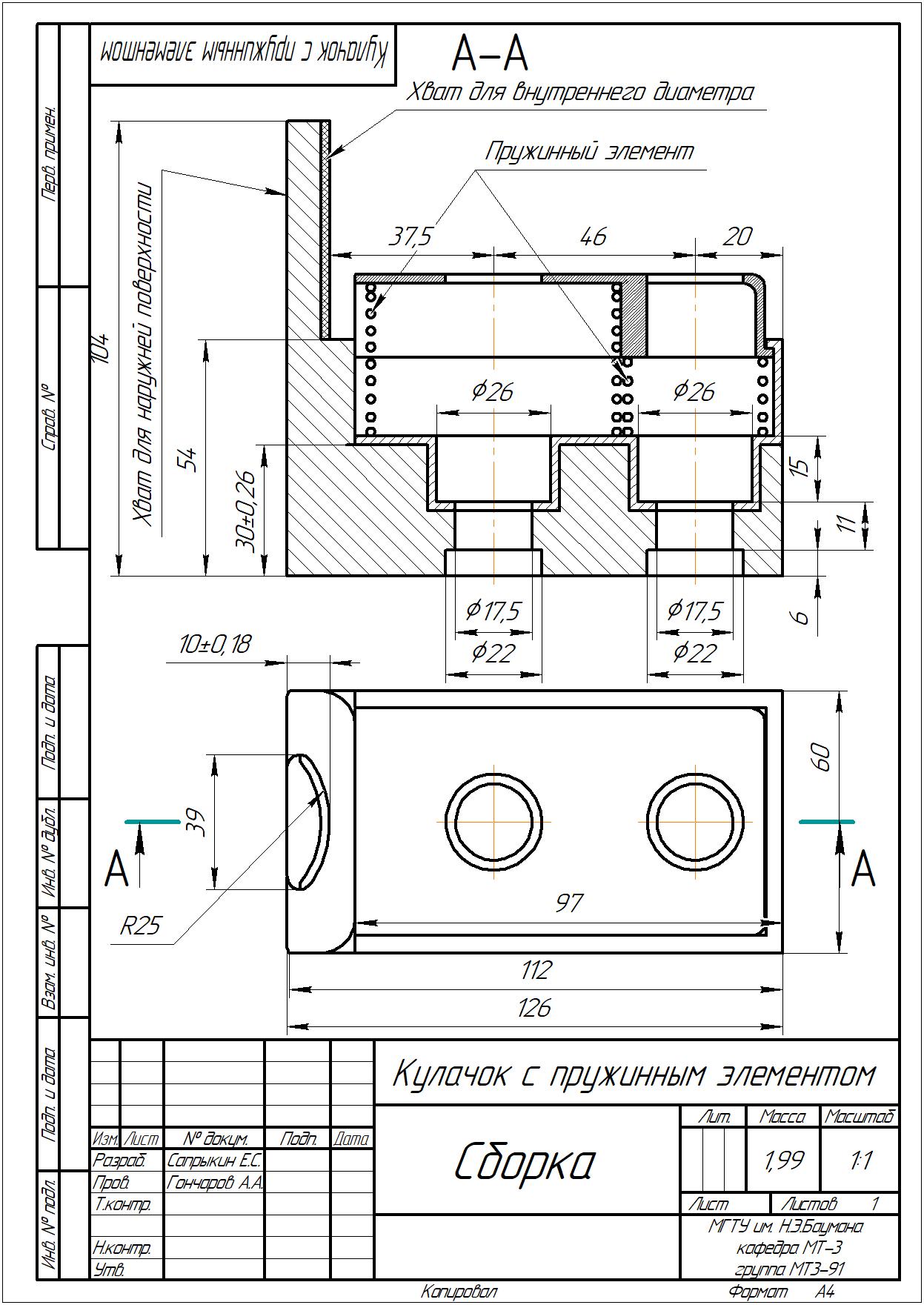
# Приложение:

## П.1. Схема автоматизированной ячейки.



*Рис. П.1. -Схема компоновки автоматизированного участка.*

## П.2. Конструкция кулачка с подпружиненными элементом.



*Рис. П.1. - Конструкция кулачка с подпружиненными элементом.*