



## **Аннотация**

Данная бакалаврская работа посвящена решению задач по оптимизации производства и повышению производительности на предприятии по изготовлению обивки салона автомобиля ООО «Металлопродукция». Поставленные задачи были выполнены путем внедрения нового улучшенного оборудования. Основная часть бакалаврской работы разделена на 4 логически связанных части.

В первой части описывается структура производственного процесса на предприятии. Во второй части говорится о технологии изготовления обивки крыши автомобиля LADA Vesta. В третьей части показана планировка помещения, в котором будет установлено новое оборудование. В четвертой части описана структура системы управления оборудованием.

Бакалаврская работа состоит из пояснительной записки на 46 страницах, 4 глав, введения, также в работе имеется 24 рисунка, 5 таблиц, список литературы из 21 источника, включая 5 источников на иностранном языке, заключение и графическую часть на 6 листах формата А1.

Результаты исследования показали, что введение новых функций в оборудование оказало положительное влияние на производительность в целом и ограничило участие человека в производственном процессе, что устраняет риск наличия бракованной продукции.

## **Abstract**

The title of the graduation work is «Flexible Automated Complex for the Manufacture of Vesta Car Roof Upholstery».

This graduation work is devoted to automation of production in manufacturing the upholstery of the car. We start with the statement of the problem and then logically pass over to its possible solutions. The issues of the efficiency of the equipment and productivity increase are highlighted in the project's general part.

The first part is described the structure of the production process in production. The second part considers the technology of making car upholstery. The third part illustrates the layout of the premises, in which will be installed new equipment. The fourth part is demonstrates the development of a system for controlling equipment.

The assigned tasks were solved by designing a flexible production complex, increasing the efficiency of equipment and introducing it into production. The graduation work consists of an explanatory note on 46 pages, introduction, 4 parts, including 24 figures, 5 tables, the list of 21 references including 5 foreign sources, a conclusion and the graphic part on 6 A1 sheets.

The results of the research showed that the emergence of new functions in the equipment had a positive impact on productivity in general and limited the participation of a person in the production process, which eliminates the risk of defective products.

## Содержание

Введение .....	9
1 Анализ производственного процесса изготовления продукции .....	11
1.1 Цели и задачи.....	11
1.2 Производственный процесс. Его понятие и структура .....	12
1.3 Анализ современного состояния производственного процесса .....	14
2 Производственный процесс изготовления обивки крыши. Технология и оборудование.....	16
3 Планировка ГАК .....	21
3.1 Размещение оборудования в цехе .....	21
3.2 Обеспечение безаварийной работы и требований безопасности.....	22
3.3 Разработка циклограммы оборудования .....	26
4 Структурасистемы управления .....	28
4.1 Нижний уровень системы управления.....	28
4.1 Средний уровень системы управления. ....	34
4.3 Верхний уровень системы управления .....	36
Заключение .....	40
Список использованной литературы.....	41
Приложение .....	43

## Введение

Автоматизация является одним из ключевых факторов в современной обрабатывающей промышленности, и она существует в различных формах, с начала индустриальной эры до сегодняшнего дня, проходя через различные эволюции, учитывая все потребности человека. Поэтому автоматизация обрабатывающей промышленности претерпела ряд изменений парадигмы в прошлом веке. Был проведен анализ в рамках программы «Гибкая автоматизация – оценка и будущее» и он показал, что новые парадигмы, требуют решения новых технологических задач. Развитие этих новых перспективных технологий в конечном итоге повышают качество жизни человека. Для общего представления о «гибкости» системы, следует кратко разобрать некоторые понятия: Гибкость процесса – это способность производства использовать различные материалы несколькими способами. Каждая деталь может быть обработана индивидуально или партиями. Гибкость производства измеряется на уровне существующих технологий. Это осуществляется за счет увеличения уровня технологии и универсальности станков.

Для обеспечения эффективной коммуникации человека и автоматизации рабочие отношения между человеком и системой должны быть разработаны и установлены. Были предложены некоторые идеи для развития этих отношений в адаптивно автоматизированных системах, в том числе предоставление операторам информации о том, как работает система, обеспечивая их фактическими данными о производительности, а также предоставления операторам данных о том, как предугадать надежность системы. Кроме того, подкрепление знаний во время обучения является важной составляющей в развитии взаимоотношений человека и компьютера. Основные проблемы в обучении, которые могут привести к разладу отношений человека и автоматизации – это неправильное толкование сути. Эта проблема может быть связана с неспособностью человека оценить намерение компьютерной системы. В результате этих разногласий, системы могут привести людей в заблуждение иногда без возможности решить эту проблему. Для предотвращения такого рода проблемы, нужно иметь представление о текущем состоянии машины и намерении человека в ясной и точной форме. Это будет

служить для улучшения связи человека и машины, и сможет предотвратить возможное искажение информации. Помимо этого, она должна быть подкреплена за счет процесса обучения, а также знаниями о производительности системы.

## **1 Анализ производственного процесса изготовления продукции**

### **1.1 Цели и задачи**

С годами автоматизация становится, несомненно, все более актуальной. Человек практически не принимает участия в технологических процессах, что значительно уменьшает риск допуска брака в изготавливаемой продукции и риск возникновения ошибки в связи с человеческим фактором. Автоматизация становится все более усовершенствованной и практически не имеет недостатков. К достоинствам автоматизации относятся:

- повышенная пропускная способность или производительность;
- улучшение качества или повышение предсказуемости качества;
- повышенная надежность и прочность процессов или продукта;
- снижение непосредственных затрат человеческого труда и расходов;
- установка автоматизации операций в целях сокращения времени цикла;
- установка автоматики там, где высокая степень точности не требуется;
- замена человека-оператора в задачах, которые связаны с тяжелым физическим трудом или монотонной работой;
- замена людей в выполнении конкретных задач в опасных средах выполнение задач, которые находятся вне человеческих возможностей (размера, веса, скорости, выносливости и т.д.).

Прогресс не стоит на месте и с годами растут производства и их количество, каждое из которых нуждается в автоматизации. Главной целью автоматизации является повышение качества исполнения процесса. На выбранном предприятии ООО «Металлопродукция» установлено оборудование более старой модели с ограниченной функциональностью. Все этапы производства детали: формовка, обрезка, упаковка, выполняются в разных местах, из-за чего расположение оборудования в цехе является нерациональным. Отсутствуют конвейеры для транспортировки заготовок с одной позиции на другую, что значительно увеличивает время производства детали. Задачей данной выпускной бакалаврской работы является оптимизация производства по изготовлению деталей интерьера: ковров пола салона, обивки арок заднего колеса, ковриков багажника, полок

багажника, обивки крыши, обивки щитка заднего колеса, шумоизоляционных изделий в салон автомобиля и багажный отсек автомобиля LADA “Vesta” на предприятии ООО «Металлопродукция». Также одной из основных задач является усовершенствование имеющегося на производстве оборудования и внедрение новых функций, что повысит производительность и уменьшит присутствие человека в технологическом процессе.

## **1.2 Производственный процесс. Его понятие и структура**

Производственный процесс – это целенаправленное, постадийное преобразование начального материала в законченный результат необходимого качества и подходящий к употреблению, либо к последующему обрабатыванию. Производственный процесс начинается с его проекта и завершается в стыке изготовления и пользования, уже после чего совершается эксплуатация произведенной продукции.

На предприятиях производственный процесс подразделяется на три вида: основной, вспомогательный и обслуживающий.

Основные процессы: процессы связанные непосредственно с превращением объектов работы в готовую продукцию. На выбранном и рассматриваемом предприятии к основным процессам относятся обрезка, формовка.

Вспомогательные процессы: обеспечивают непрерывное протекание основных процессов (изготовление и ремонт инструмента и оснастки, ремонт оборудования, перемещение предметов труда, выработка всех видов энергии, пара, очищенной воды, изготовление тары, наведение порядка в помещениях и т.д.). Данные виды работ только содействуют в направлении основных процессов, однако сами напрямую в них не принимают участия.

Обслуживающие процессы: обеспечивают основные и вспомогательные процессы всеми необходимыми услугами для их нормальной работы (транспортные, складские и пр.). На рассматриваемом предприятии это транспортировка заготовок на следующие этапы изготовления, упаковка готовых изделий и транспортировка их на склад готовой продукции.



Комплекс основных производственных процессов создает основное производство, которое может состоять из трех фаз (стадий): заготовительной, обработочной и сборочной.

Фаза (стадия) – это комплекс работ, при осуществлении которых определяется окончание конкретной части производственного процесса и это связано с переводом объекта работы из одного качественного состояния в другое.

К заготовительной фазе относятся процессы получения заготовок: изготовление отливок, штамповка заготовок и др. На выбранном предприятии это заготовка материала из которого будет производиться обивка крыши автомобиля.

В обработочную фазу включены процессы превращения заготовок в готовые детали: механическая обработка, термообработка, электрохимическая и другие виды обработки.

Сборочная фаза содержит сборку узлов и завершенных изделий, разделение деталей по характеристикам, испытания.

По степени автоматизации (в зависимости от используемых средств труда) выделяют ручные, механизированные (машинно-ручные и машинные), автоматизированные и автоматические производственные процессы.

На предприятии ООО «Металлопродукция» в данный момент преобладает механизированный производственный процесс, машинные операции выполняются на станках, агрегатах, установках при ограниченном участии человека: рабочий устанавливает и снимает изделие, запускает и останавливает станок. Применение машинных процессов позволяет организовать многостаночное обслуживание.

Автоматизированные процессы частично выполняются без участия человека, который может остаться наблюдателем, например, выполнять работу на полуавтоматическом станке.

Автоматические процессы производятся абсолютно без участия человека, оставляя за ним роль наблюдателя за ходом производства, загрузки заготовок и выгрузки готовых деталей.

Организация производственного процесса обеспечивает рациональное сочетание в пространстве и во времени основных, вспомогательных и

обслуживающих процессов, которые в свою очередь обеспечивают наименьшее время его осуществления.

Состав основных, вспомогательных и обслуживающих процессов образует структуру производственного процесса на предприятии (рисунок 1.1).

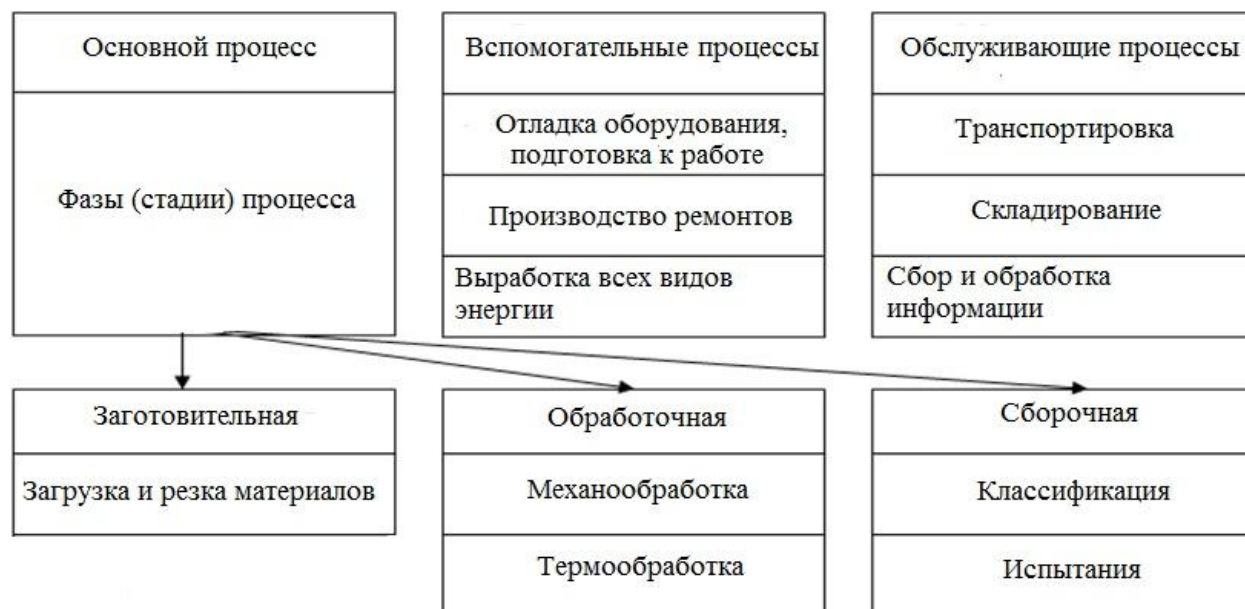


Рисунок 1.1 – Структура производственного процесса на предприятии

Цель организации производственного процесса – максимальная экономия времени, обеспечение качественной продукцией и эффективного применения ресурсов производства.

### 1.3 Анализ современного состояния производственного процесса

Анализ производственных процессов имеет отношение к методам промышленной статистики. В организации и управлении производством немаловажно гарантировать изготовление продукции в определенном количестве, соответствующего качества и ассортимента в конкретные сроки, приблизить к нулю количество дефектных продуктов. Статистические методы анализа производственных процессов позволяют решить эти управленческие задачи.

Статистический анализ производственных процессов включает анализ процессов трех видов:

-основные процессы – это технологические процессы, в процессе которых происходит изменения геометрических форм, габаритов и физико-химических свойств продукции;

- вспомогательных процессов – это процессы, обеспечивающие непрерывное протекание основных процессов, например, процесс обеспечения электроэнергией, водой, сжатым воздухом и т.д.;

- обслуживающих процессов – это процессы, которые связаны с обслуживанием основных и вспомогательных процессов, например, технический контроль, хранение и транспортировка.

В управлении производством статистический анализ процессов позволяет первым делом контролировать качество продукции за счет оптимизации, отладки и совершенствования производственных процессов.

Основное направление предприятия ООО «Металлопродукция» – это изготовление деталей интерьера: ковров пола салона, обивки арок заднего колеса, ковриков багажника, полок багажника, обивки крыши, обивки щитка заднего колеса, шумоизоляционных изделий в салон автомобиля и багажный отсек автомобиля LADA Vesta.

Предприятие работает в одну смену и это составляет 1968 часов в год.

Годовая программа выпускаемой продукции 337500 деталей в год.

## **2 Производственный процесс изготовления обивки крыши. Технология и оборудование**

В состав гибкого автоматизированного комплекса (ГАК) входят сборочное оборудование и приспособления, транспортная система, операционные сборочные роботы, контрольные роботы, система управления. Для крупносерийного и массового производства характерно создание автоматических линий (АЛ) из специальных и специализированных станков, объединенных жесткой связью, которая устанавливается при большой дифференциации технологического процесса, высокой надежности оборудования. Поэтому для внедрения гибкого автоматизированного комплекса на предприятие ООО «Металлопродукция» была выбрана автоматическая линия формования «MEYER» с транспортной системой с перестановкой изделия. Формовочная линия используется для изготовления обивки крыши и других комплектующих салона автомобиля. Для подробного рассмотрения было выбрано производство обивки крыши автомобиля LADA Vesta.

Автоматическая линия «MEYER» –это совокупность основного, вспомогательного и подъемно-транспортного технологического оборудования, машин и механизмов, на котором без непосредственного участия человека в требуемой технологической последовательности с определенным ритмом выполняются операции части производственного процесса. При этом имеется общее управление и автоматические транспортные устройства для перемещения изделия от одного вида оборудования к другому, а человек выполняет только наладку оборудования и наблюдение за ходом процесса изготовления. Линия формования «MEYER» может формовать детали различной формы в зависимости от заданной программы. Имеет два этапа, непосредственно относящихся к производству детали: формовка, обрезка. Упаковка готовых изделий производится человеком и относится к обслуживающему процессу.

### **Формовка**

Промаркированный нетканый иглопробивной материал (каркасный материал) вместе с лицевым материалом с рулонницы при помощи зажимной рамки и захвата подается на линию формования. Материал поступает на требуемую пресс-форму,

которая в свою очередь нагревается плитами прессы под температурой 215 °С (рисунок 2.2). На сенсорном мониторе при нажатии клавиши «автоматический старт» сработает пресс, в конечном итоге которого выйдет отформованный материал. Далее материал пройдет на следующий этап «обрезка».

Таблица 2.1 –Температура нагрева плит

Пост нагрева	
Верхняя плита	Нижняя плита
215°С (в диапазоне 200...240)	215°С (в диапазоне 200...240)

Таблица 2.2 –Время выдержки материала в печи

Нагревательный пресс – Время выдержки в печи:42сек. (в диапазоне 40...60сек.)
Пресс формовки – Время выдержки в пресс-форме:33 сек. (в диапазоне 30...65сек.)



Рисунок 2.2 – Установка пресс-формы на нижнюю плиту прессы

### **Робототехнический комплекс водной резки**

Отформованный материал укладывается на поворотный стол с закрепленным программатором (кодировочным штекером) с номером детали согласно плановому заданию. При нажатии клавиши «запуск цикла» на панели обслуживания,

загруженная сторона поворотного стола войдет в кабину, и роботы начнут выполнять обрезку заготовки. Незагруженная сторона поворотного стола выходит из кабины резки. По завершении обрезки роботами и возврата их в исходное положение, из зоны резки автоматически повернется стол. С помощью гидроабразивной резки осуществляется обрезка обля и прорезь отверстий по контуру (рисунок 2.3).

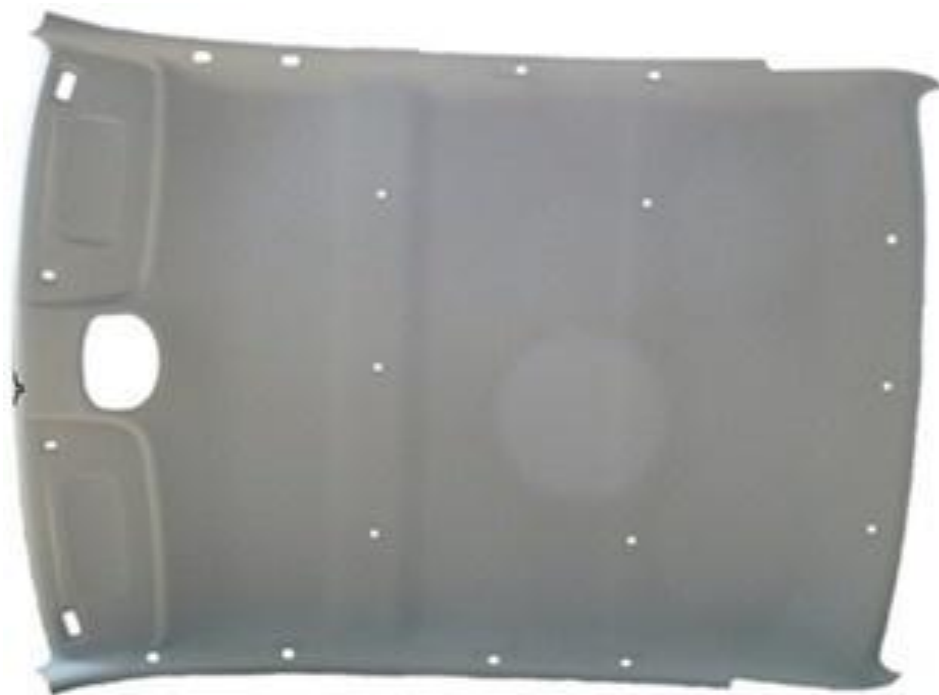


Рисунок 2.3 – Обрезанная деталь

Гидроабразивная резка – вид обработки материалов резанием, где в качестве режущего инструмента используется струя воды или смесь воды с абразивным материалом. Струя выпускается с высокой скоростью и под высоким давлением. Гидроабразивную резку осуществляют станки гидроабразивной резки (рисунок 2.4).

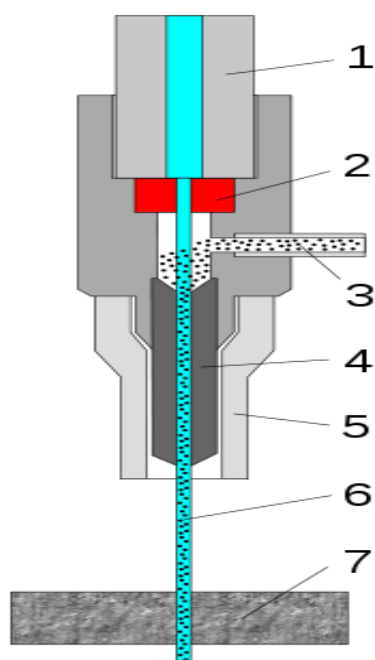


Рисунок 2.4 – Схема установки гидроабразивной резки

1 – подвод воды под высоким давлением, 2 – сопло, 3 – подача абразива, 4 – смеситель, 5 – кожух, 6 – режущая струя, 7 – разрезаемый материал

### **Принцип работы станка гидроабразивной резки:**

Вода, сжатая насосом высокого давления проходит через водяное сопло, образующее струю диаметром 0,2–0,35 мм, которая попадает в смешивательную камеру.

В смешивательной камере вода смешивается с абразивом и далее она проходит через твердосплавное или алмазное сопло с внутренним диаметром 0,6–1,2 мм.

Из сопла струя воды с абразивом выходит со скоростью около 1000 м/сек и попадает на поверхность разрезаемого материала (рисунок 2.5).



Рисунок 2.5 – Манипулятор робота гидроабразивной резки

### **Упаковка**

Готовое и проверенное контролером изделие помещается в тару, вместительностью для 65 изделий, лицевой стороной вниз и накрываются полиэтиленовой пленкой, закрепленной скотчем (рисунок 2.6).



Рисунок 2.6 – Упакованные готовые изделия

В приложении В представлена диаграмма потока процесса по изготовлению обивки крыши автомобиля.



### 3 Планировка ГАК

#### 3.1 Размещение оборудования

Выбранное оборудование, а именно линия формования «MEYER», имеет преимущество не только в своих функциях, но и в габаритных размерах. Так как все процессы изготовления сосредоточены в одном месте, это значительно упрощает размещение оборудования в цехе (рисунок 3.1).

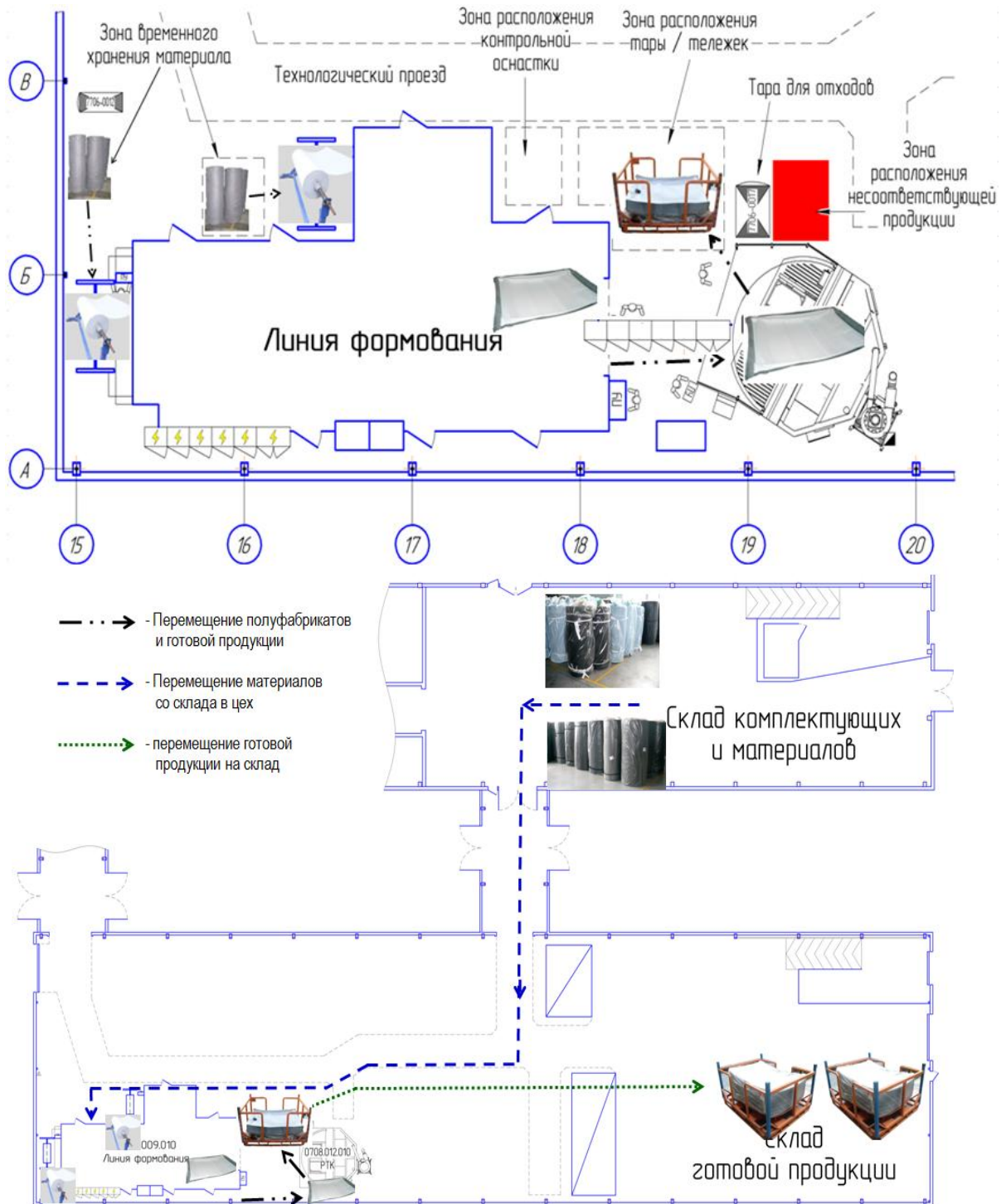


Рисунок 3.1 – Планировка цеха производства и маршрут изделия

При размещении оборудования в цехе остается достаточно свободного места, которое будет приспособлено для технологического проезда. Достаточное количество свободного места гарантирует безопасность для человека, находящегося в цехе. Полная планировка цеха представлена в приложении А.

### **3.2 Обеспечение безаварийной работы и требований безопасности**

Безаварийная работа оборудования гарантируется верной его эксплуатацией и соблюдением распорядков обслуживания и ремонтных работ каждой производственной единицы.

Система обеспечения безопасности специализирована на обеспечении безопасной работы персонала, безаварийной работы оборудования и комфортных условий окружающей среды.

Подсистема обеспечения безопасной работы персонала ГАК специализирована на создании условий безопасного использования и обслуживания оборудования, профилактики и ликвидации пожаров, а также ограничения их последствий. В автоматизированном производстве эта подсистема очень важна, так как увеличивается насыщенность производства автоматическими средствами, несущими особую опасность для работников. Немаловажную роль играет защита от механического воздействия устройств. При создании плана автоматизированных участков важно предусмотреть установку ограждений у основного и вспомогательного оборудования (рисунок 3.2). Важно иметь возможность аварийного отключения оборудования. Необходимы знаки безопасности и разметка вблизи оборудования ярких цветов (рисунок 3.3). Яркие цвета, такие как желтый и красный, лучше всего подходят для разметки в цехе, особенно вблизи оборудования, так как они наиболее привлекают внимание человека.



Рисунок 3.2 – Ограждение у оборудования



Рисунок 3.3 – Разметка в цехе

Пожарная безопасность обеспечивается мерами профилактики и активной противопожарной защиты.

Профилактика – это комплекс мероприятий для предупреждения возникновения пожара или уменьшения его воздействия.

Активная противопожарная защита гарантирует эффективную борьбу с появившимся пожаром. С целью быстрого и экстренного тушения пожара предусматривают систему пожарных водопроводов (рисунок 3.4), стационарные

пожарные установки автоматические и ручные с дистанционным пуском, огнетушители и противопожарные щиты с ящиками для песка.



Рисунок 3.4 – Система пожарных водопроводов

Подсистема, отвечающая за санитарные условия труда, служит для соблюдения санитарных норм воздушного пространства в помещении, достаточного освещения, чистоты и аккуратности помещений, защиты от вибраций, шума, кроме того проведения мероприятий по производственной эстетике.

Одним из главных условий здорового и высокопроизводительного труда – это обеспечение санитарных норм воздушного пространства в рабочей зоне помещений, то есть в пространстве высотой до 2 метров от пола, методом ликвидации таких вредоносных производственных факторов, как пары, пыль, чрезмерные теплота и влажность.

При верном проектировании и выполнении освещения в производственных цехах обеспечивается значительная производительность труда и качество готового продукта. Сохранность зрения и состояния нервной системы работающих, а также безопасность на производстве непосредственно зависят от условий освещения помещения.

Культура производства в значительной мере обуславливается правильным распределением работ по сохранению чистоты помещений.

В момент проектирования производства вопросам избавления от вибраций должно уделяться большое внимание. Влияние вибраций на организм человека ухудшает самочувствие и снижает производительность труда, а также зачастую приводит к более тяжелому последствию, такому как развитие профессионального заболевания – виброболезни. Внедрение управления цехами и участками на расстоянии, то есть дистанционно, даст возможность полностью решить вопрос защиты от вибраций.

При проектировании цехов необходимо выполнить расчет прогнозируемого шума на рабочих местах и предусмотреть противошумные мероприятия, например, установка глушителя шума сжатого воздуха из пневмосистемы (рисунок 3.5). Шумы на производстве доставляют значительный вред, негативно воздействуя на организм человека и снижая производительность труда. Переутомление рабочих и операторов из-за сильного шума влечет за собой большое число ошибок, допущенных при работе, способствует повышению числа травм.



Рисунок 3.5 – Глушитель шума при выпуске сжатого воздуха из пневмосистемы

Подсистема по обслуживанию работающих специализирована на оказании скорой медицинской помощи, обеспечении питанием и удовлетворения других бытовых нужд персонала.

### 3.3 Разработка циклограммы оборудования

При разработке технологического процесса особенно важно уточнить временные связи элементов гибкого автоматизированного комплекса (ГАК), так как они могут определить операционные возможности, модели и количество сборочных промышленных роботов (ПР). С этой целью возможно и целесообразно построение циклограммы как отдельных роботизированных рабочих мест и ПР, так и ГАК в целом (рисунок 3.6).

Таблица 3.1 – Вид операции и временные промежутки между ними

Номер операции	Вид операции	Время операции
1	Подача материала на линию	10 сек.
2	Нагревательный пресс (выдержка в печи)	42 сек.
3	Пресс формовки	33 сек.
4	Транспортировка заготовки по конвейеру на этап обрезки	5 сек.
5	Обрезка	67 сек.
6	Транспортировка готового изделия по конвейеру на этап упаковки	5 сек.
7	Упаковка готового изделия в тару	13 сек.

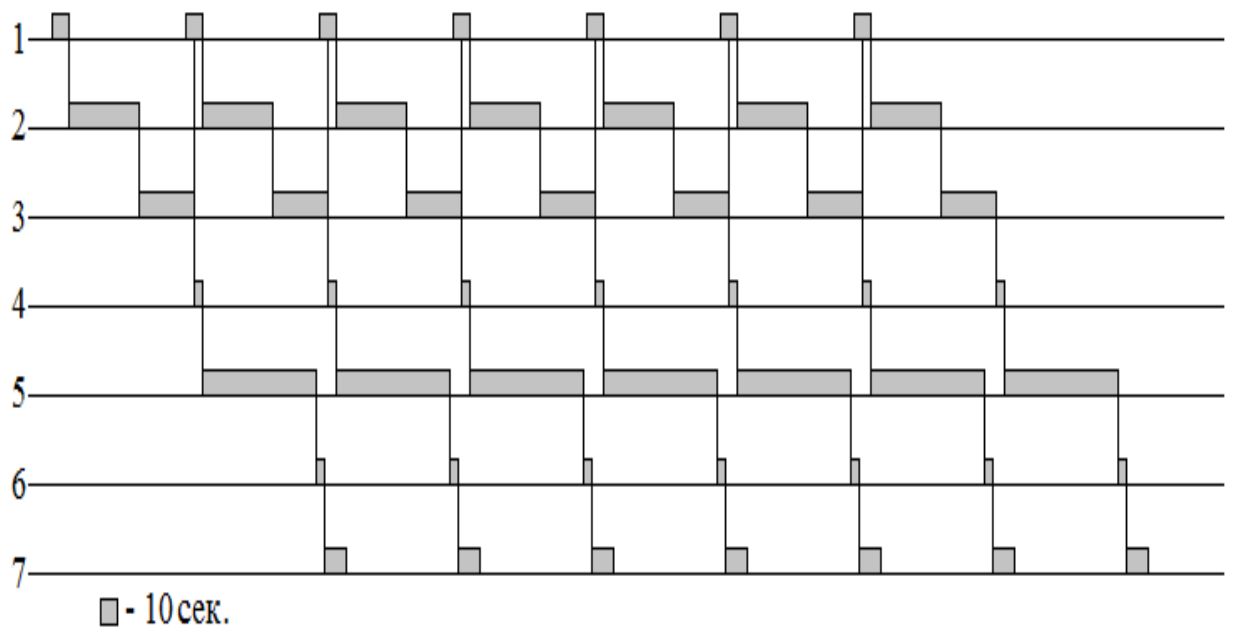


Рисунок 3.6 – Циклограмма оборудования

## **4 Структура системы управления**

### **4.1 Нижний уровень системы управления.**

В целом структура АСУ ТП это трехуровневая система. На нижнем уровне происходит решение задач локального управления исполнительными механизмами. Определяются датчики – первичные преобразователи, которые пускают сигналы какой-либо информации: измерительные датчики, световые и звуковые оповещатели, исполнительные механизмы, устанавливаемые на технологических объектах. Связь датчиков и исполнительных механизмов со средним уровнем осуществляется с помощью соответствующих кабелей.

Каждое технологическое оборудование имеет свою локальную систему управления, которая снабжает весь комплекс требуемых действий для эффективного ведения техпроцесса на закрепленном за ней оборудовании.

Управление основным и вспомогательным технологическим оборудованием выполняется с помощью применения локальных систем управления.

Задачи данных локальных систем управления:

- испытание состояния работоспособности оборудования;
- загрузка управляющих программ на обработку заготовки;
- контроль качества обработки заготовки с соблюдением технологического регламента;
- обеспечение безопасности обработки заготовки (посредством датчиков безопасности, расположенных на дверях ограждения оборудования для предотвращения проникновения в рабочую зону посторонних предметов);
- информирование системы управления более высокого уровня об окончании обработки для необходимости разгрузки/загрузки следующей заготовки.

Управление изготовлением детали и проверка состояния оборудования происходит с помощью разнообразных датчиков, установленных на оборудовании.

Ниже представлен краткий перечень используемых датчиков и их краткое описание.

На каждом этапе производства установлены ультразвуковые датчики Simatic PXS300 (рисунок 4.1). Они используются в качестве бесконтактных датчиков



движения практически в любой области техники автоматизации. Принцип их работы – это излучение ультразвуковых импульсов. При отражении импульсов от объекта возникающий эхо-сигнал принимается и преобразуется в электрический сигнал. Прием поступающего эхо-сигнала зависит от его интенсивности, которая, в свою очередь, определяется расстоянием от объекта до датчика. Преимуществами таких датчиков являются сверхточное измерение, устойчивость к температуре, шумам, вибрациям, воде или свету, не влияет цвет, материал и даже прозрачность объектов.

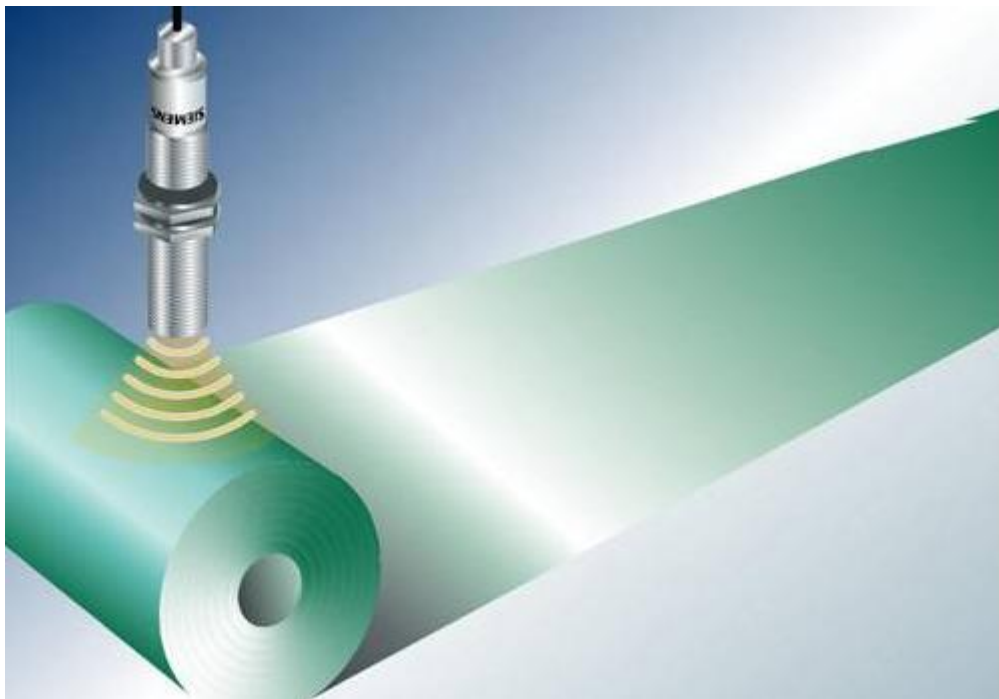


Рисунок 4.1 – Ультразвуковой датчик Simatic PXS300

Для получения и передачи информации служит бесконтактный фотоэлектрический датчик WTB15-P2431 с подавлением заднего фона (рисунок 4.2).



Рисунок 4.2 –Датчик WTB15-P2431

Фотоэлектрический датчик будет установлен на позициях разгрузки/загрузки заготовок на схвате. Датчик определяет объекты на заданном расстоянии. Все объекты, находящиеся за границами указанной области не оказывают влияние на результаты измерений. Данный датчик устанавливается сбоку захватного устройства для идентификации заготовки в схвате.

Преимущества фотоэлектрического датчика непосредственно для выбранного производства:

- подавление рассеянного света от посторонних источников освещения;
- высокая устойчивость к очень сильным электромагнитным излучениям;
- рабочий диапазон температур от  $-40$  до  $+60^{\circ}\text{C}$ , а значит и высокая надежность работы даже при значительных изменениях температуры;
- отсутствие чувствительности к вибрациям и ударам;
- полностью электронное измерение дистанции ;
- очень тонкий световой пучок;
- сверхточное подавление заднего фона;
- высокая частота работы, малое время отклика.

Таблица 4.1 – Характеристика WTB15-P2431

Принцип датчика/обнаружения	Датчик с отражением от объекта, Подавление заднего фона
Размеры (Ш x В x Г)	16,2 мм x 48,5 мм x 31,9мм
Форма корпуса (выход света)	Гибридный
Диаметр резьбы (корпус)	M18 x 1
Дистанция работы, макс.	4 мм... 200мм
Расстояние срабатывания	15 мм... 200 мм
Вид излучения	Видимый красный свет
Источник света	Светодиод PinPoint
Размеры светового пятна (расстояние)	Ø 7 мм (50 мм)
Длина волны	650 нм
Настройка	Потенциометр, 5 оборотов (Расстояние срабатывания) Потенциометр, 5 оборотов

С помощью индуктивных датчиков положения происходит передача информации о месте позиционирования, об установке заготовки на оборудование (рисунок 4.3).

Чувствительная часть датчиков – это торцовая плоскость, перпендикулярная к оси датчика. Диаметр цилиндрических датчиков от 3 мм.



[www.opt-union.ru](http://www.opt-union.ru)

Рисунок 4.3 – Индуктивные датчики положения

Помимо индуктивных датчиков положения будет установлен индуктивный бесконтактный выключатель AR-LMF6-3008 (рисунок 4.4), который применяется в качестве конечного выключателя, датчика положения, датчика оборотов и количества продукции в автоматических линиях.



Рисунок 4.4 – Индуктивный бесконтактный выключатель AR-LMF6-3008

Таблица 4.2 – Технические характеристики AR-LMF6-3008

Параметр	Значение
Расстояние срабатывания	8 мм
Типы выходных устройств	Транзисторный ключ NPN или PNP
Контакт	НО+НЗ
Максимальный ток нагрузки	200 мА
Максимальная частота переключения	200 Гц
Диапазон рабочих температур	-20...70°C
Питание	6...36 В
Длина провода	1,95 м
Габаритные размеры	25×25×39 мм

Так как обрезка заготовок осуществляется гидроабразивной резкой, должен быть установлен насос высокого давления, с помощью которого из сопла выходит струя, способная разрезать любой материал, а также сканирующие датчики. В связи с неровностью обрабатываемого материала возникает проблема обработки заготовки при помощи гидроабразивной резки. Сканирующие датчики способны считывать каждую секунду координаты нескольких сотен точек, что дает возможность измерять параметры формы элемента, а также размер и положение. Они способны выполнять измерения в отдельных точках также как и обычные контактные датчики.

Для устранения появившейся проблемы установлен датчик SP25M, особенностями и преимуществом которого является то, что это самый маленький в мире сканирующий датчик диаметром всего 25 мм (рисунок 4.5).

Система SP25M включает в себе два датчика в одном корпусе. Пользователь может выбрать подходящий вариант среди пяти сканирующих модулей или же работать с переходным модулем. Тем самым появляется возможность выполнения одной и той же системой, как сканирования, так и измерений контактным триггерным датчиком.



Рисунок 4.5 – Датчик SP25M

## 4.2 Средний уровень системы управления

Средний уровень – это уровень управления оборудованием, уровень контроллеров, когда программируемый логический контроллер получает информацию с контрольно-измерительного оборудования и датчиков о состоянии технологического процесса и дает команды управления, в соответствии с запрограммированным алгоритмом управления, на исполнительные механизмы. Выполняются функции по координации работы нижнего уровня. Исполнителем управления формовочной линией «MEYER» на верхнем уровне служит контроллер Simatic S7-300 (рисунок 4.6). Программируемые логические контроллеры предназначены для сбора и анализа информации с первичных датчиков, измерения и сравнения параметров, логической обработки сигналов по заданным алгоритмам и выдачи управляющих воздействий (команд) на исполнительные механизмы. Модульный программируемый контроллер Simatic S7-300 используется для построения систем автоматизации низкой и средней степени сложности.

Simatic S7-300 включает в себя модули:

- модуль питания PS 307
- центральный процессорный модуль CPU 315
- коммуникационный процессор CP 342-5 с физическим интерфейсом RS 485
- коммуникационный процессор CP 343-1 с физическим интерфейсом RJ – 45



Рисунок 4.6–Конструкция Simatic S7-300

Типичная структура программируемого логического контроллера (ПЛК) представлена на рисунке 4.7. Неотъемлемыми блоками в конструкции ПЛК являются блок управляющих модулей ПЛК и блок программатора.

Программатор – это программирующее устройство, посредством которого управляющая программа вводится в блок ПЛК.

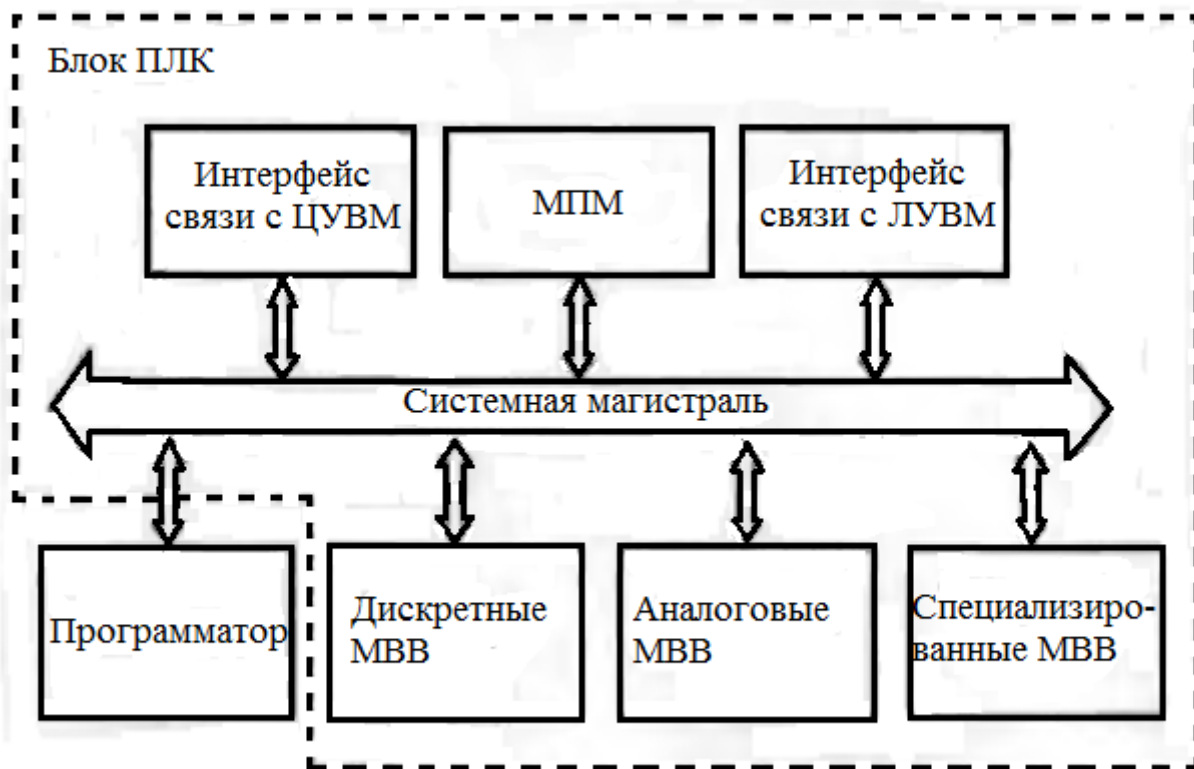


Рисунок 4.7 – Структура ПЛК

МПМ – микропроцессорный модуль, МВВ – модуль ввода-вывода, ЦУВМ – центральная управляющая вычислительная машина, ЛУВМ – локальная управляющая вычислительная машина.

Ниже представлена принципиальная схема управляющей системы (рисунок 4.7)

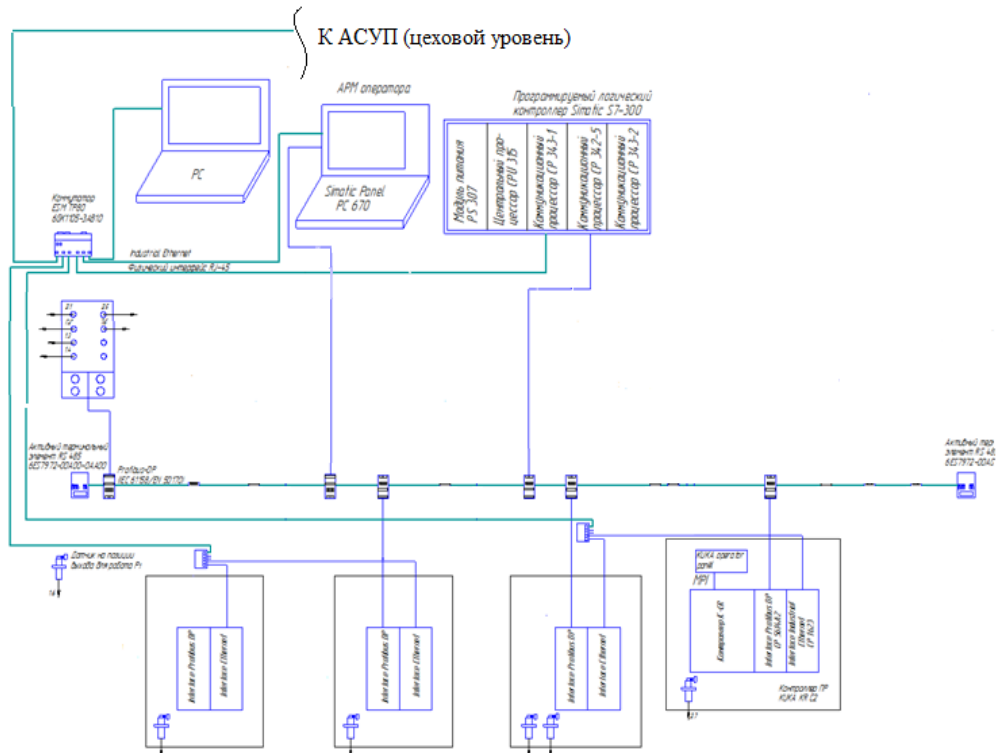


Рисунок 4.8 – Принципиальная схема управляющей системы

### 4.3 Верхний уровень системы управления

Верхний уровень – уровень промышленного сервера, сетевого оборудования, уровень операторских и диспетчерских станций. Сетевое оборудование состоит из концентраторов, коммутаторов и преобразователей.

На этом уровне идет контроль хода производства: создается связь с нижними уровнями, откуда происходит накопление данных, визуализация и диспетчеризация (мониторинг) хода технологического процесса. Это уровень HMI, SCADA. На этом уровне участвует человек, т.е. оператор (диспетчер). Он производит локальный контроль технологического оборудования через так называемый человеко-машинный интерфейс (HMI – Human Machine Interface).

Промышленный сервер представляет собой высоконадежную отказоустойчивую вычислительную систему и обеспечивает безопасное долгосрочное хранение большого количества технологической информации, а также



доступ к ней с большого числа автоматизированных рабочих мест оперативного уровня.

Оперативный уровень состоит из автоматизированных рабочих мест операторов и диспетчеров, а также сетевого принтера, установленных в различных помещениях. Объединенные в одной локальной сети АРМы формируют общий информационно-вычислительный комплекс (ИВК). ИВК реализует отображение в графическом виде технологической информации, осуществляет выдачу аварийных сигналов и связь операторов с АСУТП, организует связь с иными системами управления. На этом уровне создаются как полностью дублирующие друг друга рабочие места, так и технологически ориентированные рабочие места, адекватно учитывающие специфику работы персонала и технологии участка производства.

АРМ оператора должны обеспечивать:

- получение от центрального контроллера оперативных данных о параметрах технологического процесса и состоянии технологического оборудования;
- визуализацию параметров технологического процесса и состояния технологического оборудования на мнемосхемах, а также световую и звуковую сигнализацию о событиях;
- индивидуальное управление агрегатами вспомогательных систем;
- настройку параметров оборудования, сигналов и защит (под правами инженера);
- формирование, отображение, регистрацию с меткой времени и архивирование в хронологическом порядке в журнале событий параметров технологического процесса, аварийных ситуаций, неисправностей, действий (команд) оператора и диспетчера, информации о невыполнении команд управления с регистрацией времени возникновения события;
- формирование, отображение, регистрацию с меткой времени и архивирование в хронологическом порядке в журнале событий аварийных ситуаций, неисправностей;
- защиту от прямого редактирования архивных данных;

- формирование и отображение трендов изменения измеряемых технологических параметров;
- просмотр истории журнала событий, времени возникновения и квитирования сообщений;
- разграничение прав доступа, аутентификацию и авторизацию пользователей, обращающихся к ресурсам автоматизированной системы;
- антивирусную защиту, информационную безопасность;
- время загрузки операционной системы и общесистемного программного обеспечения (ПО) не более 180 секунд с момента подачи электропитания на АРМ;
- автоматический запуск SCADA системы с прикладным ПО после загрузки операционной системы и выполнения регистрации пользователя в операционной системе;
- время запуска SCADA системы с прикладным ПО не более 180 секунд с момента выполнения регистрации пользователя в операционной системе АРМ;
- поддержку записи истории изменения аналоговых параметров и исторических сообщений в базу данных.

Все АРМ операторов должны быть реализованы на архитектуре x64 процессоров.

Автоматизированное рабочее место инженера обеспечивает:

- настройку программных и аппаратных средств технологической сети передачи данных. Настройка сетевых устройств с АРМ инженера должна осуществляться либо посредством web-интерфейса (при удаленном доступе через сетевой интерфейс), либо посредством командной строки (при локальном консольном доступе).
- функционирование программного FTP-сервера для загрузки, хранения и выгрузки конфигурационных файлов сетевых элементов (коммутаторов, маршрутизаторов);
- редактирование программного обеспечения коммуникационных контроллеров, контроллеров связи;

- редактирование программного обеспечения автоматизированного рабочего места оператора, панелей сигнализации;

- редактирование файлов экранных форм для визуализации технологического процесса.

Редактирование должно выполняться локально на автоматизированном рабочем месте инженера. Отредактированные и проверенные экранные формы копируются на АРМ оператора, панели сигнализации;

- редактирование шаблонов отчетов;

- просмотр истории журнала событий программных и аппаратных средств;

- отображение экранной формы сетевого мониторинга, отражающей состояние сети передачи данных.

## **Заключение**

В данной выпускной квалификационной работе рассмотрена деятельность предприятия ООО «Металлопродукция» по изготовлению деталей интерьера: ковров пола салона, обивки арок заднего колеса, ковриков багажника, полок багажника, обивки крыши, обивки щитка заднего колеса, шумоизоляционных изделий в салон автомобиля и багажный отсек автомобиля LADA Vesta.

Проделанная работа актуальна потому, что до последнего времени на предприятии не была предусмотрена оптимизация имеющегося оборудования, что подтолкнуло на рассмотрение данного предприятия как объекта для внедрения нового современного оборудования.

В ходе выполнения работы были внесены конструктивные решения по устранению существующих недочетов и установлению возможных путей более эффективного использования имеющихся возможностей. Выбрано новое усовершенствованное оборудование, а именно автоматическая линия формования «MEYER».

Задачи по оптимизации производства, повышению производительности и минимизации затрат времени на изготовление продукции были успешно выполнены.

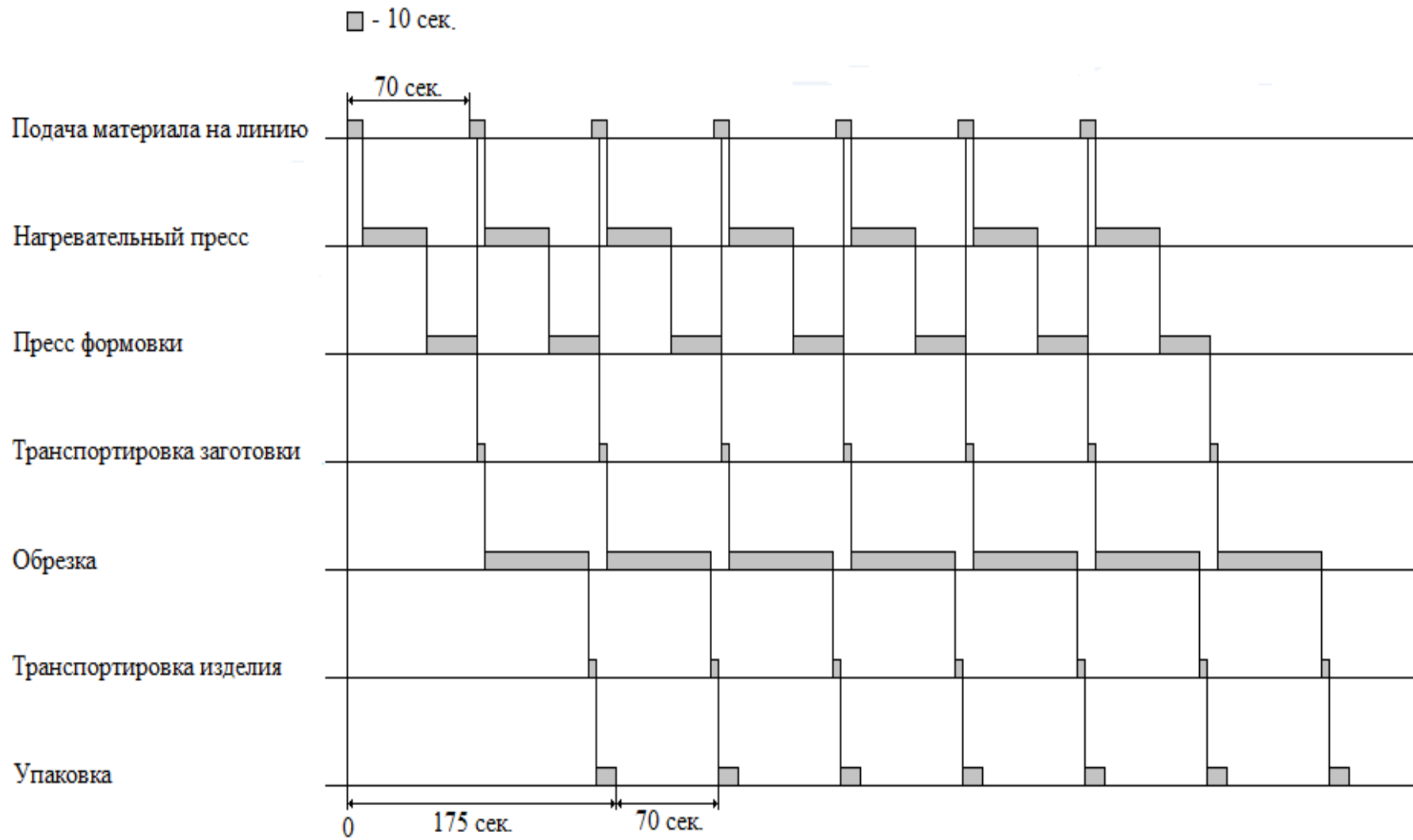
### Список использованной литературы

1. Капустин, Н.М. Автоматизация производственных процессов в машиностроении / Н.М. Капустин, П.М. Кузнецов, А.Г. Схиртладзе и др. – М.: Высшая школа. Москва 2004. – 415с.
2. Козырев, Ю.Г. Гибкие производственные системы / Ю.Г.Козырев– М.: Кнорус. Москва 2015. – 368с.
3. Жолобов А.А. Технология автоматизированного производства / А.А.Жолобов– М.: Дизайн ПРО. Минск 2000. – 624с.
4. Козырев, Ю.Г. Промышленные роботы / Ю.Г.Козырев – М.: Машиностроение. Москва 2000. – 392с.
5. Соснин, О.М. Основы автоматизации технологических процессов и производств / О.М.Соснин– М.: Академия. Москва 2007. – 240с.
6. Фельдштейн, Е.Э. Автоматизация производственных процессов в машиностроении / Е.Э.Фельдштейн, М.А.Корниевич– В.: Инфра-Инженерия. Вологда 2016. – 264с.
7. Бородин, И.Ф. Автоматизация технологических процессов и системы автоматического управления (ССУЗ) / И.Ф. Бородин. – М.: КолосС. Москва 2006. – 352 с.
8. Вальков, В.Б. Автоматизированные системы управления технологическими процессами / В.Б. Вальков. – Л.: Политехника. Липецк 2011. – 269 с.
9. Ключев, А.С. Автоматизация настройки систем управления / А.С.Ключев, В.Я.Ротач, В.Ф.Кузищин– М.: Альянс. Москва 2015. – 272с.
10. Варжапетян, А.Г. Системы управления: Исследование и компьютерное проектирование. Учебное пособие / А.Г. Варжапетян, В.В. Глущенко. – М.: Вуз. Книга.Москва 2012. – 328 с.
11. Михеев, В.П., Просандеев, А.В. Датчики и детекторы. Учебное пособие / В.П. Михеев, А.В.Просандеев – М.: МИФИ. Москва 2007. – 172с.

12. Митин, Г.П., Хазанова, О.В. Системы автоматизации с использованием программируемых логических контроллеров. Учебное пособие / Г.П.Митин, О.В.Хазанова. – М.: Станкин. Москва 2005. – 136с.
13. Буравчик, Д. Локальные сети без проблем / Д. Буравчик. – М.: Лучшие книги. Москва 2005. – 224 с.
14. Хашемиан, Х.М. Датчики технологических процессов. Характеристики и методы повышения надежности / Х.М. Хашемиан. – М.: Бинوم. Москва 2008. – 336с.
15. Брюханов, В.Н. Автоматизация производства / В.Н. Брюханов. – М.: Высшая школа. Москва 2005. – 367с.
16. Фрайден, Д. Современные датчики. Справочник / Д. Фрайден. – М.: Техносфера. Москва 2005. – 592с.
17. Francesco Jovane, YoramKoren, Claudio R. Boer. Present and Future of Flexible Automation: Towards New Paradigms [Text] / Francesco J. // Article in CIRP Annals - Manufacturing Technology. – College of Engineering – University of Michigan, 2003. PP. 5-6.
18. David B. Kaber, Jennifer M. Riley, Mica R. Endsley. On the Design of Adaptive Automation for Complex Systems [Text] / David B. Kaber// International journal of cognitive ergonomics, 2001. – PP. 45-46
19. Jim Browne, Didier Dubois, Suresh Sethi, Kathryn E. Classification of Flexible Manufacturing Systems [Text] / Jim B. // National University of Ireland, Galway, 2001. – PP. 114-115.
20. Sandra Mattsson, Asa AB Fasth, Fast-Berglund, Johan Stahre. Describing Human-Automation Interaction inProduction [Text] / Sandra M. // Conference Paper, 2012. – PP. 2-3.
21. Donald A. Norman. The problem of automation: inappropriate feedback and interaction, not over-automation [Text] / Donald A. Norman. //Philosophical Transactions of the Royal Society of London. – University of California, San Diego, 1990. – PP. 7-8.



## Приложение Б





## Приложение В

Номер шага	Обработка	Передача	Хранение	Контроль	Описание операции	Оборудование	Оснастка	Кол-во оснастки	Технологический документ
	◆	●	▲	■					
010	◆				Приемка материала и комплектующих на склад	Электропогрузчик	-	-	-
030			▲		Хранение на складе	-	-	-	-
040				■	Входной контроль (служба качества)	Пресс вырубки	Весы электронные ВК-600	1	ПУ-18
045			▲		Хранение на складе		-	-	-
050		●			Транспортировка полотна и комплектующих в цех	Электропогрузчик	-	-	-
080	○◆				Формовка	Майер	Пресс-форма	1	РИ 123, РИ 140
090	○◆				Обрезка	РТК	Ложемент для водной резки (Паллета для обрезки)	2	РИ 110, РИ 137
210	◆				Упаковка	-	Тара	-	РИ 118
215				■	Приемочный контроль (служба качества)	-	Контрольный калибр	1	ПУ-18
230		●			Транспортировка на склад	Электропогрузчик	Тара	-	
240			▲		Хранение на складе	-	Тара	-	
250		●			Погрузка на машину	Электропогрузчик	Тара	-	
260		●			Транспортировка готовых изделий потребителю	Крытый грузовой автотранспорт	Тара	-	
○ - Обработка с контролем									
Примечание: Изделия, отошедшие при контроле в брак, уходят в зону несоответствующей продукции, после анализа причин - утилизируются!									

## Приложение Г

