

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Южно-Уральский государственный университет  
(национальный исследовательский университет)»  
Филиал ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» в г. Златоусте  
Факультет техники и технологии  
Кафедра электрооборудования и автоматизации производственных процессов

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ  
Заведующий кафедрой  
\_\_\_\_\_ Ю.С. Сергеев  
\_\_\_\_\_ 2018

РАЗРАБОТКА БЛОКА УПРАВЛЕНИЯ МЕХАНИЗМА ПОДЪЁМА КМУ  
СИНЕГОРЕЦ-25

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ  
ЮУрГУ – 13.03.02.2018.209.16.00 ПЗ ВКР

Консультанты  
Безопасность жизнедеятельности  
доцент  
\_\_\_\_\_ С.Н. Трофимова  
\_\_\_\_\_ 2018 г.

Руководитель работы  
Зав. кафедрой к.т.н. доц.  
\_\_\_\_\_ Ю. С. Сергеев  
\_\_\_\_\_ 2018 г.

Экономическая часть  
Зав. кафедрой к.т.н доц.  
\_\_\_\_\_ Сергеев Ю.С.  
\_\_\_\_\_ 2018 г.

Автор работы  
студент группы ФТТ-403  
\_\_\_\_\_ Шадрин А.К.  
\_\_\_\_\_ 2018 г.

Нормоконтролер  
ст. преподаватель  
\_\_\_\_\_ О.В. Терентьев  
\_\_\_\_\_ 2018 г.

Златоуст 2018

## АННОТАЦИЯ

Шадрин А.К. Разработка блока управления механизма подъёма КМУ Синегорец-25 – г. Златоуст: филиал ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» в г. Златоусте, кафедра ЭАПП; 2018, 61 с., 34 ил., библиогр. список – 8 на-им., 1 прил., 8 чертежей ф. А1.

В дипломном проекте производится разработка блока управления движением подъёма КМУ С-25. Целью работы является обеспечение управления работой механизма поворота КМУ С-25, за счет автоматизации гидропривода. Данная цель достигается установкой электрогидрораспределителя, программируемого логического контроллера и гидравлического аксиально-поршневого насоса. Исходя из описания технологического процесса работы КМУ, разработаны электрическая структурная схема. Произведена разработка электрической принципиальной схемы КМУ.

Была разработана математическая модель КМУ в программе Vissim и создан электромеханический проект. Разработан пульт управления.

В экономическом разделе произведен расчет стоимости электрооборудования, полной стоимости машины, и определен условный экономический эффект.

Разработаны мероприятия по охране труда, экологической безопасности и гражданской обороне.

Результаты дипломного проекта планируются к внедрению в АО «Златмаш» г. Златоуст.

					<b>13.03.02.2018.209.00.00 ПЗ ВКР</b>			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Разработка блока управления механизма подъёма КМУ Синегорец 25 Пояснительная записка	Лит.	Лист	Листов
Разраб.	Шадрин А.К.					Д	2	59
Провер.	Сергеев Ю.С.					Филиал ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» в г. Златоусте Кафедра ЭАПП		
Реценз.								
Н. Контр.								
Утверд.								

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 СРАВНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ПЕРЕДОВЫХ ЗАРУБЕЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И РЕШЕНИЙ.....	5
2 ОПИСАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ.....	10
3 ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ КМУ.....	14
4 РАСЧЁТ МЕХАНИЗМА ПОДЪЁМА.....	16
4.1 Расчет гидроцилиндров на прочность и устойчивость.....	20
5 МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕХАНИЗМА ПОДЪЁМА.....	25
5.1 Построение и расчёт математической модели.....	25
5.2 Моделирование.....	27
5.3 Результаты моделирования.....	30
6 НАСТРОЙКА ПРОГРАММИРУЕМОГО ЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛ- ЛЕРА.....	33
7 РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОГО ПРОЕКТА.....	34
7.1 Создание проекта в AutoCAD Electrical.....	34
7.2 Создание схемы пульта управления в AutoCAD Electrical.....	37
7.3 Проверка типовых ошибок в AutoCAD Electrical.....	37
7.4 Создание 3D модели пульта управления в Autodesk Inventor.....	39
7.5 Создание электромеханической связи.....	41
7.6 Создание электромеханической связи в Autodesk Inventor.....	41
8 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА.....	43
9 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	51
9.1 Описание рассматриваемого производственного участка.....	51
9.2 Анализ вредных и опасных факторов на автотранспортном предприятии.....	52
9.3 Выбор нормативных значений факторов рабочей среды и трудового процесса.....	53
9.4 Охрана труда.....	54
9.5 Производственная санитария.....	55
9.6 Эргономика и производственная эстетика.....	55
9.7 Пожаробезопасность.....	56
9.8 Экологическая безопасность.....	56
9.9 Обеспечение безопасности при угрозе чрезвычайных ситуаций.....	56
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	58
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	59

## ВВЕДЕНИЕ

Крано-манипуляторные установки (КМУ) – уже достаточно широко распространенное и продолжающее набирать популярность оборудование, которое применяется во многих отраслях. Основным ее преимуществом является универсальность, т.е. возможность использовать один автомобиль для погрузки и разгрузки, а также доставки различных грузов к месту назначения.

Использование КМУ оборудования не только упрощает выполнение задач, но и довольно выгодно экономически. Этот вид спецтехники довольно универсален. Манипулятор заменяет собой грузовик, кран и бригаду рабочих, что позволяет существенно сэкономить ресурсы при проведении различных мероприятий.

Большинство КМУ управляются с помощью гидрораспределителей (ГР) непосредственно на самом КМУ. Это является неудобством, большее удобство представляет редко используемое дистанционное управление. Дистанционное управление (проводное) - это выносной пульт, который связан с электронными блоками при помощи многожильного кабеля. Также невозможно обеспечить плавную работу всех гидросистемы, не используя электрогидроуправление основанное на электрогидрораспределителе и программируемом логическом контроллере.

Целью выпускной квалификационной работы является повышение производительности КМУ Синегорец-25

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- разработка электрической структурной схемы
- создание математического модели в Vissim;
- выбор оборудования;
- разработка электрической принципиальной схемы
- разработка рекомендаций по настройке выбранного оборудования
- провести анализ экономической эффективности работы;
- рассмотреть вопросы безопасности жизнедеятельности.

Объектом работы является крано-манипуляторная установка Синегорец-25

Предметом работы является блок управления движением подъема КМУ Синегорец-25.

					13.03.02.2018.209.00.00 ПЗ ВКР	Лист
						4
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

# 1 СРАВНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ПЕРЕДОВЫХ ЗАРУБЕЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, И РЕШЕНИЙ

Со второй половины прошлого века началось завоевание рынка перевозки грузов манипулятором, автомобилем, который представляет собой обычный грузовик, оснащенный специальной крановой установкой. Манипулятор в одиночку способен погрузить груз, транспортировать его и впоследствии разгрузить. В этом и заключается основное преимущество этого вида спецтехники. Очень быстро после появления манипуляторы стали очень широко использоваться в промышленности, строительстве, в сфере обслуживания, а также в бытовых и хозяйственных нуждах. Такая машина поможет при проведении ландшафтных, строительных, коммунальных, сельскохозяйственных работ, в малоэтажном строительстве. Краны-манипуляторы характеризуются высокой надёжностью, мобильностью, точностью перемещений и маневренностью.

За рубежом насчитывается более 50 фирм-изготовителей манипуляторов в отдельных странах их количество достигает 5-7. Изделия этих фирм обладают большой универсальностью по функциональному назначению, особенностям конструктивного исполнения и возможности применения на различных базовых шасси.

Наиболее известные фирмы, отличающиеся большим объемом производства специальных манипуляторов: «Hiab-Foco» (Швеция), «Loglift» и «Kesla OY» (Финляндия), «Palfinger» (Австрия), «Epsilon» и «Penz» (Австрия), «Liv» (Словения), «Ferrari» (Италия) и др.

В качестве управления движение подъёма, на КМУ используются секционные гидрораспределители с открытым центром, т. к. они используются в гидросистеме при наличии не регулируемого насоса. Сравнительная характеристика различных видов насосов, используемых в КМУ приведена в таблице 1.1

					13.03.02.2018.209.00.00 ПЗ ВКР	Лист
						5
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 1.1 – Характеристика насосов

Параметры	Марка		
	Гидронасос (80) BAP32.80D0- 16Z0-PGF/GE-N	Гидронасос ANBA 110	Гидронасос 310.12.03
Частота вращения номинальная (об/мин)	1300	1400	2400
Давление на выходе номинальное (МПа)	31,5	18	20
Давление на выходе максимальное (МПа)	35	20	30
Номинальная мощность (кВт)	12	10	10
Масса (кг)	10	14	4
Производитель	Casappa S.P.A (Италия)	ЭрДжиСИ-трейд (Россия)	Пневмостроймашина (ПСМ) (Россия)
Цена (руб)	34 950	20 000	17 594

Насос гидравлический аксиально-поршневой, как и радиально-поршневой, является устройством объемного типа, которое функционирует за счет изменения объема рабочих камер. В гидравлических насосах аксиально-поршневой группы такие рабочие камеры сформированы расточками, которые выполнены в цилиндрическом блоке. В отличие от радиально-

					13.03.02.2018.209.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

поршневых насосов, у аксиально-поршневых машин внутренние рабочие камеры располагаются параллельно по отношению к поршням и оси самого устройства. В ходе перемещения поршней такого насоса при вращении цилиндрического блока происходит увеличение или уменьшение объема рабочих камер, что и позволяет устройству всасывать и отдавать перекачиваемую им жидкость. [1]

Гидронасос (80) ВАР32.80D0-16Z0-PGF/GE-N итальянской фирмы Casappa S.P.A является довольно неплохим выбором, но есть ряд минусов: большая цена, сложность конструктивной схемы значительно затрудняет ремонт, из-за не слишком высокой надежности эксплуатировать гидравлические механизмы данного типа следует только согласно инструкции, иначе можно столкнуться не только с невысокой эффективностью работы такого устройства, но и с его частыми поломками, данный гидронасос изображён на рисунке 1.1.



Рисунок – 1.1 Гидронасос (80) ВАР32.80D0-16Z0-PGF/GE-N Casappa S.P.A (Италия).

Рассмотрим следующий гидронасос российской фирмы ЭрДжиСИ-трейд гидронасос ANBA 110, основные недостатки данного гидронасоса заключаются в том, данный гидравлический насос очень критично реагируют на загрязненную рабочую среду, поэтому использовать их можно только с фильтрами, размер ячеек которых не превышает 10 мкм. Из-за высокой пульсации, характерной для функционирования такого насоса, гидравлика, которой оснащена трубопроводная система, может работать некорректно. Данный гидронасос изображён на рисунке 1.2.

					13.03.02.2018.209.00.00 ПЗ ВКР	Лист
						7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



Рисунок 1.2 – Гидронасос ANBA 110 ЭрДжиСИ-трейд  
(Россия).

Гидронасос 310.12.03 российского производства, также имеет минусы. При использовании насоса данного типа жидкость в гидравлическую систему подается с большой пульсацией и, соответственно, расходуется неравномерно, но в отличие от своих аналогов является довольно компактным. При достаточно компактном размере и небольшом весе данный гидронасос обладает внушительной мощностью и достойной производительностью. За счет компактных размеров и небольшого веса данный гидронасос, при работе создаёт небольшой момент инерции.



Рисунок 1.3 – Гидронасос 310.12.03 пневмостроймашина (PCM)  
(Россия).

					13.03.02.2018.209.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8



Из выше перечисленных гидронасосов, наиболее мощным является итальянский аналог, но также он обладает сравнительно большими габаритами, большой ценой. Гидронасос ANBA 110 также обладает большими габаритами, но меньшей ценой почти в 2 раза. Но наилучшим вариантом вариантом является гидронасос 310.12.03 при меньшей массе чем у своих аналогов почти в 2,5 раза является довольно мощным и в 2 раза дешевле, что является идеальным вариантом для КМУ С-25.

					13.03.02.2018.209.00.00 ПЗ ВКР	Лист
						9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## 2 ОПИСАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ

КМУ С-25 оснащаются несколькими гидравлическими цилиндрами, управляющими перемещением манипулятора, а также подъём, вынос и телескопическое выдвижение стрел. При перемещении тяжелых грузов на компоненты крана воздействуют значительные силы. Одним из важнейших показателей является так называемый грузовой момент в КМУ С-25, он составляет 25 кН\*м. Данная величина показывает, возможно, ли погрузить или разгрузить на борт машины груз или же нет. Максимально поднимаемый вес КМУ составляет 980 кг на расстоянии 2,5 от оси, а на максимальном вылете, который равен 6 метрам, поднимаемый вес составляет 415 кг. Технические характеристики КМУ С-25 приведены в таблице 2.1.

В гидросистеме используется жидкость для приведения в движение всех стрел. С помощью гидронасоса жидкость качается из бака и поступает на гидрораспределитель и далее на гидроцилиндры, для приведения в движение КМУ и его составляющих. Схема гидравлическая принципиальная представлена на рисунке 2.1.

Таблица 2.1 технические характеристики КМУ С-25

Параметры	Размерность	Числовые значения
Грузовой момент	кНм	25
Максимальный вылет	м	6
Угол подъёма	град	85
Время подъёма	сек	18
Номинальное давление в ГС	МПа	20
Расход жидкости	л/мин	11
Масса без монтажных элементов	кг	700
Максимальная грузоподъёмность	кг	980

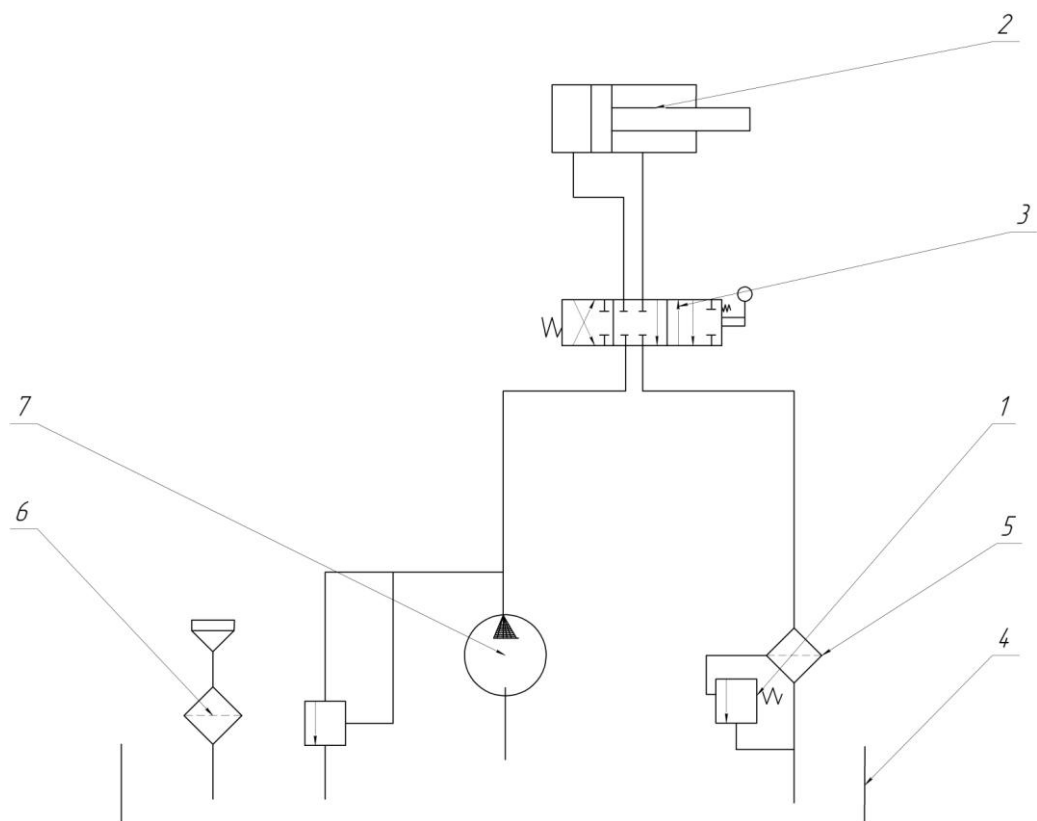


Рисунок – 2.1 схема гидравлическая принципиальная:

- 1 . Предохранительный клапан
- 2 . Гидроцилиндр подъёма стрелы
- 3 . Гидрораспределитель
- 4 . Бак с жидкостью
- 5 . Сливной фильтр
- 6 . Заливной фильтр
- 7 . Гидронасос

При этом далеко не все места погрузки и выгрузки грузов оборудованы специальной техникой, поэтому в данной ситуации многие выбирают краны-манипуляторы. [2]

Разрабатываемый блок управления предназначен для управления механизмом подъёма КМУ С-25.

Структурная схема, приведённая на рисунке 2.2. состоит из следующих частей:

- пульт управления
- программируемый логический контроллер
- электрогидрораспределитель
- гидроцилиндр подъёма

- освещения
- звукового сигнала
- датчиков положения

С пульта управления подаётся сигнал на логический контроллер. Сигнал обрабатывается и поступает на электрогидрораспределитель, и управляет электромагнитами на нём, который в свою очередь пропускают жидкость, заставляющую работать гидроцилиндр подъёма. Датчики положения реагируют на положение колонны. Управление освещением и звуковым сигналом также осуществляется на пульте. Общий вид КМУ С-25 представлен на рисунке 2.3. [6]

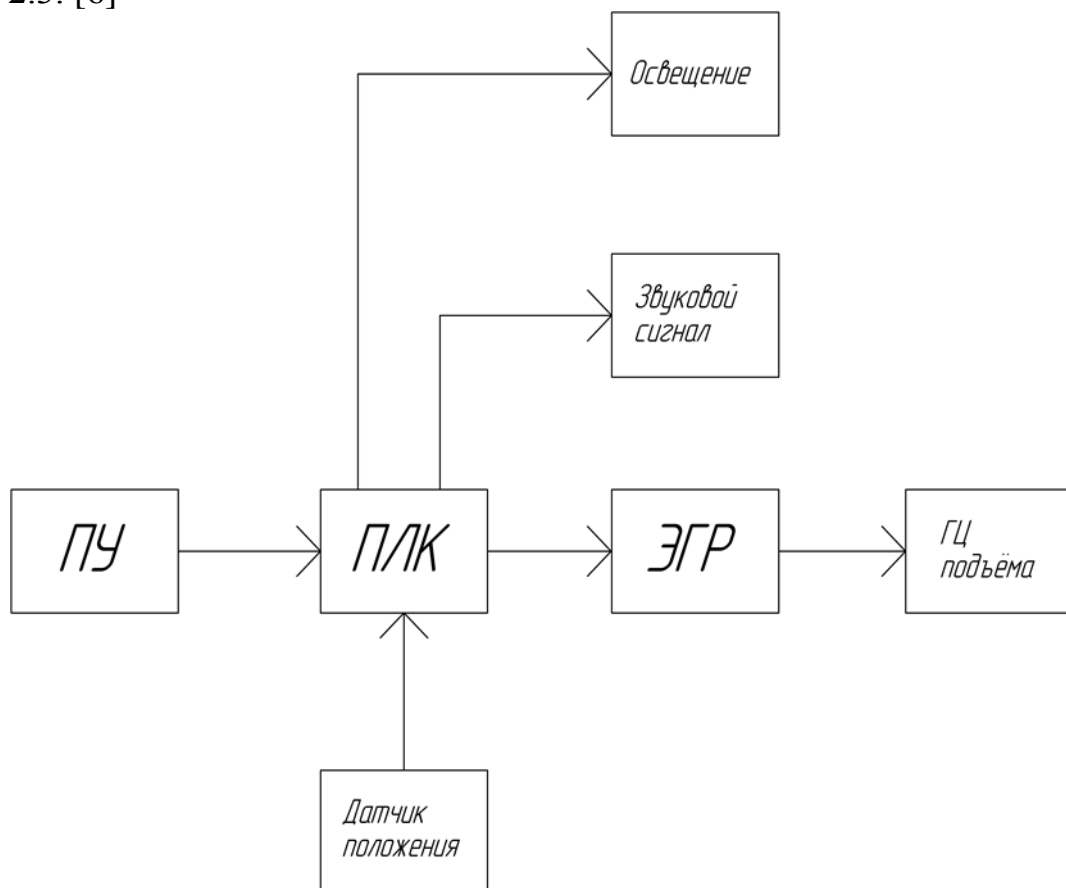


Рисунок – 2.2. Структурная схема блока управления.

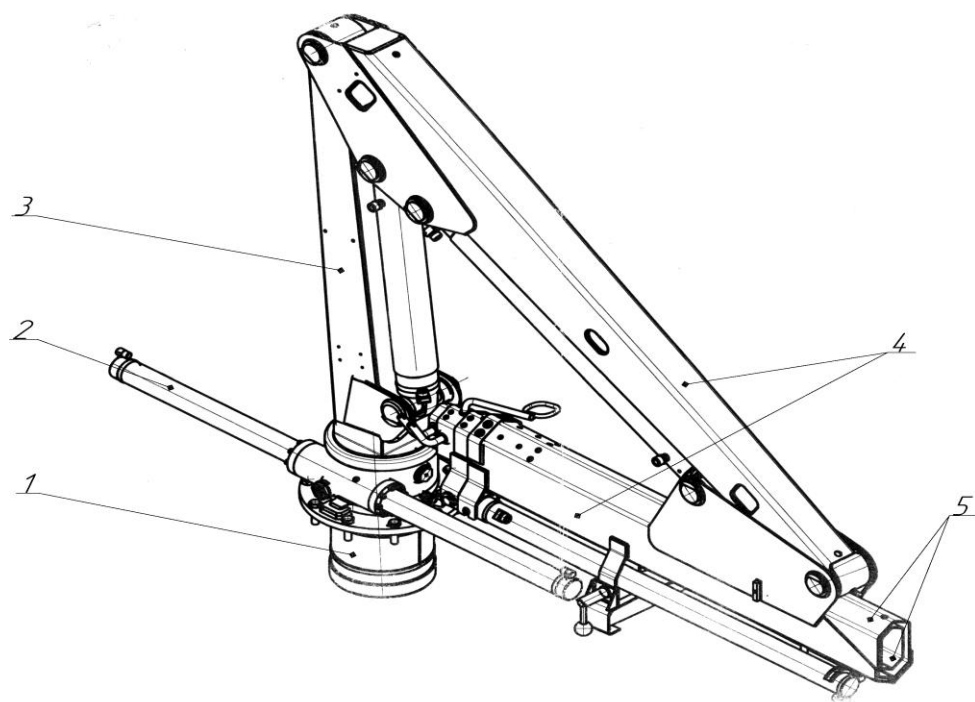


Рисунок – 2.3 КМУ С-25:

- 1) основание
- 2) гидроцилиндр поворота
- 3) колонна
- 4) стрелы подъёма и выноса
- 5) стрелы телескопирования

На сегодняшний день существует много сторонников таких устройств как гидравлические краны-манипуляторы, которые широко применяют в различных строительных работах, транспортировке и монтаже. Стоит отметить, что необходимость перевозки грузов – это постоянный фактор различных этапов производства и строительных работ. Сопутствующими услугами являются их погрузка и разгрузка. Для этих целей нужны надёжные подъёмные устройства и механизмы, которые позволят осуществлять весь указанный спектр работ в сжатые сроки.

					13.03.02.2018.209.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

### 3 ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ КМУ

Электрооборудование КМУ включающее в себя освещение, подачи звукового сигнала, питания электрогидрораспределителя, пульта управления и программируемого логического контроллера. Схема электрическая принципиальная представлена на рисунке 3.1, перечень элементов по схеме приведён в приложении А.

Электрооборудование подключается к базовой электрической системе транспортного средства, на котором расположен сам кран – манипулятор, питание осуществляется постоянным током, и напряжение 24 В.

В пульте управления установлен предохранитель FU1, тумблер SA1 на включение питания, кнопка SB1 на звуковой сигнал, тумблер SA2 на освещение. На пульте управления присутствуют сигнальные светодиоды HL1, HL2, HL3, 2 зелёных и красный. Красный сигнализирует о неисправности, два зелёных о включении питания и работы стрелы. Джойстики SQ1 – SQ4 для управления краном – манипулятором.

После включения питания SA1 на пульте управления сигнал подается на ПЛК и загорается светодиод. Контроллер обрабатывает приходящие на него сигналы и подаётся напряжение на электрооборудование. Для включения освещения используется тумблер SA2, ПЛК подаёт с него сигналы на фары EL1, EL2 установленные на самом кране – манипуляторе. С помощью джойстика SQ1 – SQ4 сигнал, поступающий через контроллер подаётся на электромагниты YA1 – YA4 электрогидрораспределителя, открывающие клапаны и пропускающие жидкость. В случае аварийной ситуации, для отключения питания служит автоматический выключатель QF1.

					13.03.02.2018.209.00.00 ПЗ ВКР	Лист
						14
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

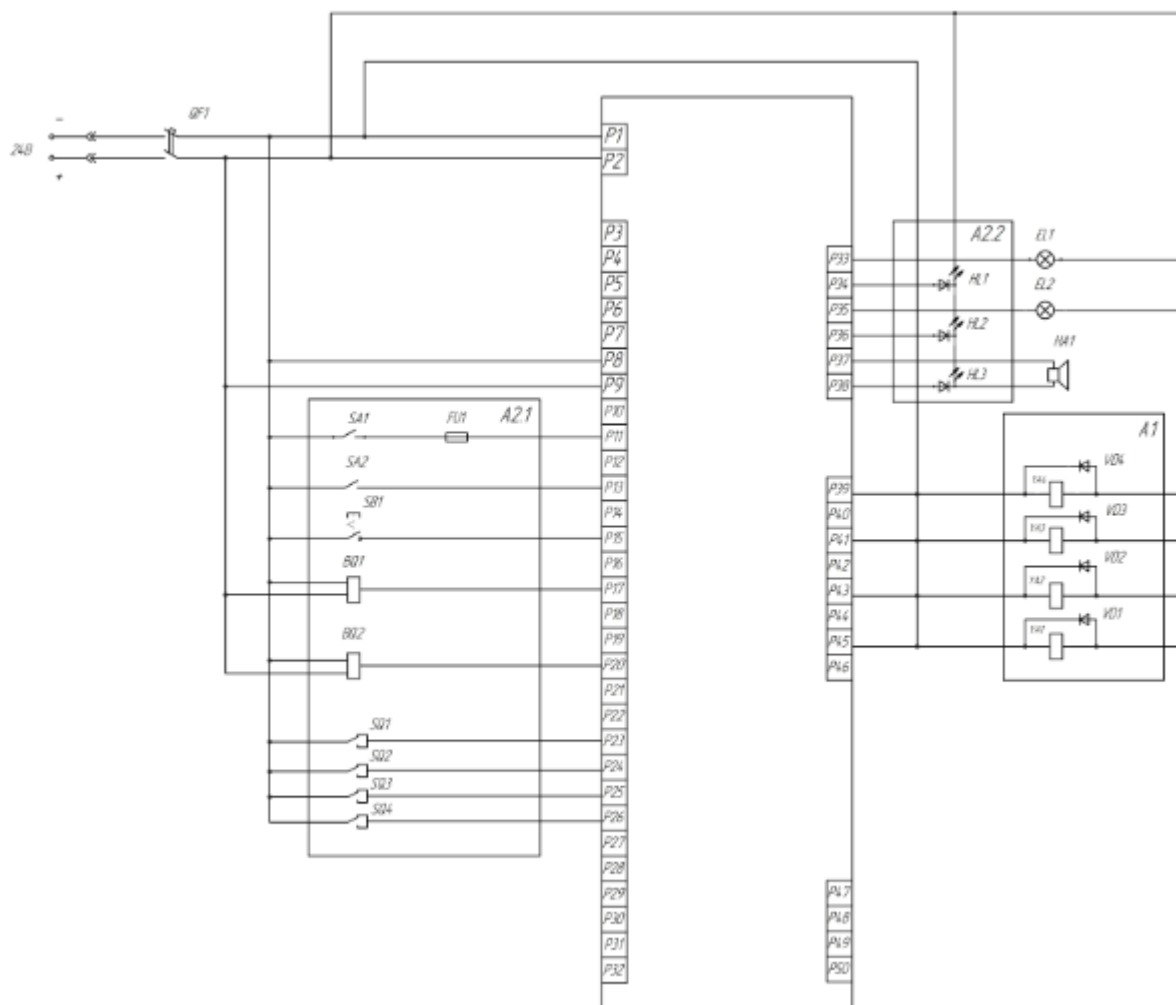


Рисунок 3.1 – Схема электрическая принципиальная.

Внедрение электрооборудования, позволяет, намного увеличить эффективность работы крано-манипулятора, добиться плавной работы гидравлической системы, обеспечения повышенной безопасностью благодаря пульту управления находящимся на расстоянии.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

13.03.02.2018.209.00.00 ПЗ ВКР

#### 4 РАСЧЁТ МЕХАНИЗМА ПОДЪЁМА

На схеме механизма, рисунок 4.1. и в последующих расчетах введены следующие обозначения:

$G=6100\text{Н}$  – вес балки;

$G_{\Gamma}=4150\text{Н}$  – вес груза;

$D$  и  $D'$  – исходное и текущее положение балки;

$OC=3000\text{мм}$  - расстояние от оси вращения  $O$  до центра тяжести балки;

$OD=6000\text{мм}$  – расстояние от оси вращения  $O$  до центра тяжести груза;

$AO=1750\text{мм}$  – расстояние от оси вращения стрелы до шарнира  $A$ ;

$\gamma=2^{\circ}27'$  – угол между линией горизонта и линией  $OC$ ;

$B$  и  $B'$  – исходное и текущее положение шарнира  $B$ ;

$\beta=22^{\circ}$  – угол между осью гидроцилиндра и линией  $AO$  в исходном положении балки;

$\beta'=12^{\circ}$  – конечное значение угла между осью цилиндра и линией  $AO$ ;

$\varphi=1^{\circ}8'$  – угол, образованный линиями  $OD$  и линией горизонта;

$\alpha$  – угол подъема балки ( $0 \leq \alpha \leq 70$ );

На начальном этапе необходимо определить положение стрелы, при котором гидроцилиндр подъема будет испытывать наибольшее напряжение. Для этого рассмотрим два различных положения стрелы. [3] В первом случае стрела будет раздвинута на максимальный вылет и находится горизонтально ( $\alpha=0^{\circ}$ ), рисунок 3.1.1. Во втором случае стрела будет находиться под максимальным углом ( $\alpha=70^{\circ}$ ), рисунок 4.2.

Расчеты проводятся при следующих допущениях:

- силы трения в месте контакта шарнира  $A$  и балки отсутствуют;
- усилие, развиваемое гидроцилиндром, действует строго по его оси;
- в шарнирах геометрия поверхностей идеальная, материал не деформируется, и контакт сопряженных деталей осуществляется в точке;
- утечками в гидросистеме пренебрегаем;
- характеристика приводного двигателя жесткая, и насос обеспечивает постоянную производительность;
- динамическими нагрузками в момент начала движения привода пренебрегаем.

					13.03.02.2018.209.00.00 ПЗ ВКР	Лист
						16
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



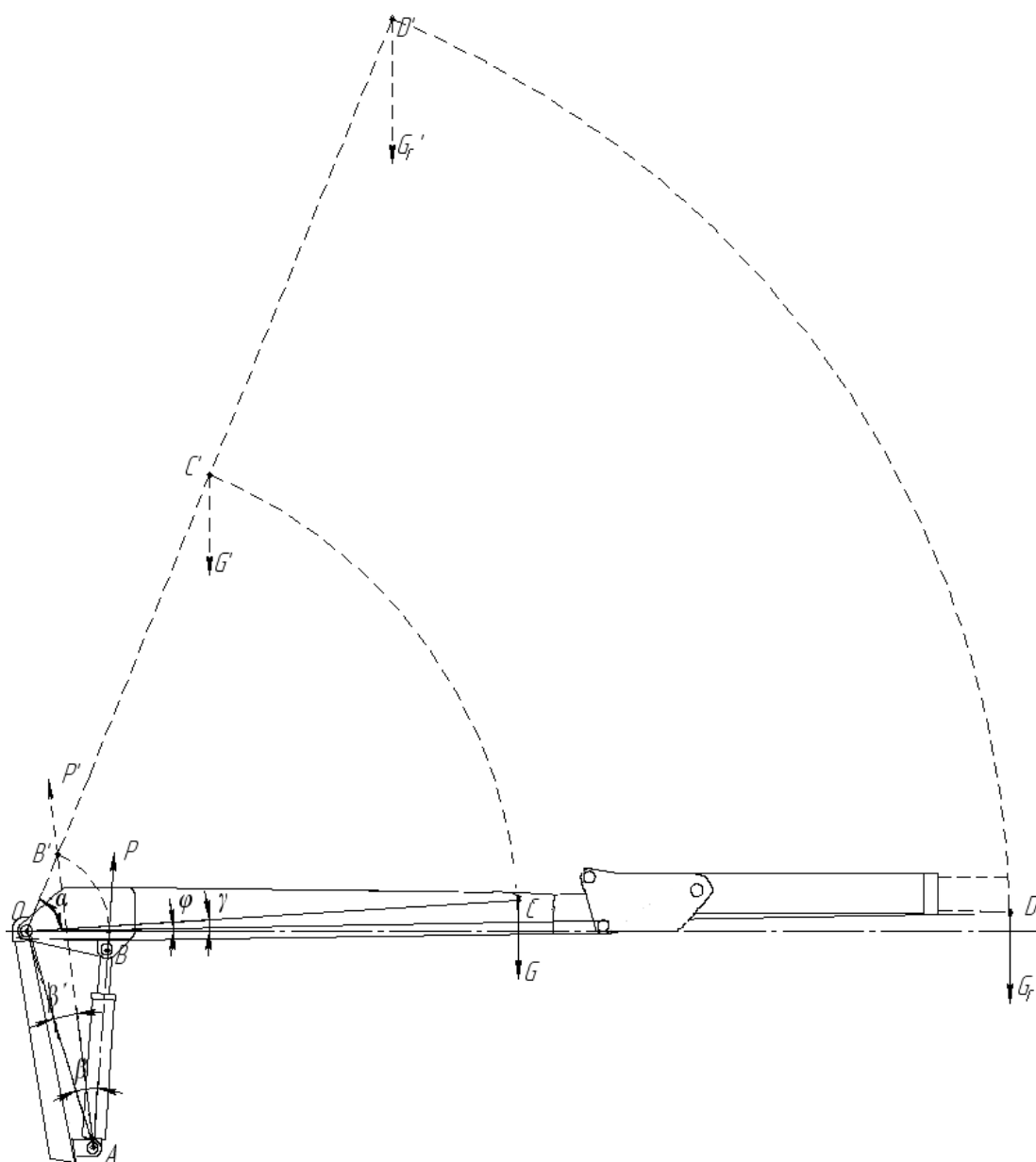


Рисунок 4.1. – Расчетная схема для расчета гидроцилиндра подъема.

С учетом этих допущений получим задачу о равновесии балки под действием четырех сил: силы веса стрелы, силы веса груза, силы  $P$  развиваемой гидроцилиндром и силы  $R$  реакции опоры.

Определим нагрузку  $P$  при  $\alpha=70^\circ$ , используя условие равновесия балки т.е. составим сумму моментов относительно оси  $O$ .

$$\sum M_O = M_G + M_{G_r} - M_P = 0$$

					13.03.02.2018.209.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

Момент силы веса относительно оси О в текущем положении стрелы:

$$M_G = G \cdot OC' \cdot \cos \alpha$$

Момент силы веса груза относительно точки О:

$$M_{G_r} = G_r \cdot OD' \cdot \cos \alpha$$

Момент силы Р:

$$M_P = P \cdot AO \cdot \sin \beta'$$

Подставляя полученные выражения в уравнение получим:

$$\sum M_O = G \cdot OC' \cdot \cos \alpha + G_r \cdot OD' \cdot \cos \alpha - P \cdot AO \cdot \sin \beta' = 0$$
$$P = \frac{G \cdot OC' \cdot \cos \alpha + G_r \cdot OD' \cdot \cos \alpha}{AO \cdot \sin \beta'} = \frac{6100 \cdot 3000 \cdot 0,342 + 4150 \cdot 6000 \cdot 0,342}{1750 \cdot 0,207} = 40,8 \text{ кН}$$

Определим нагрузку Р при  $\alpha=0^\circ$ .

Момент силы веса относительно оси О в текущем положении стрелы:

$$M_G = G \cdot OC$$

Момент силы веса груза относительно точки О:

$$M_{G_r} = G_r \cdot OD$$

Момент силы Р:

					13.03.02.2018.209.00.00 ПЗ ВКР	Лист
						18
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$M_p = P \cdot AO \cdot \sin \beta$$

Подставляя полученные выражения в уравнение, получим:

$$\sum M_o = G \cdot OC + G_r \cdot OD - P \cdot AO \cdot \sin \beta = 0$$
$$P = \frac{G \cdot OC + G_r \cdot OD}{AO \cdot \sin \beta} = \frac{6100 \cdot 3000 + 4150 \cdot 6000}{1750 \cdot 0,374} = 66 \text{ кН}$$

Из расчетов видно, что наибольшая нагрузка на шток гидроцилиндра будет при горизонтальном положении стрелы ( $P=66\text{кН}$ ). Дальнейшие расчеты будем проводить для этого положения стрелы.

Величина давления  $p$  в цилиндре, необходимое для подъема балки рассчитывается по следующей формуле:

$$p = P / F_n$$

где  $F_n$  - рабочая площадь поршня

Значение величины давления ( $p=20\text{МПа}$ ).

Зная силу давления на гидроцилиндр и величину давления в цилиндре найдем рабочую площадь поршня

$$F_n = P / p = 66000 / 20 = 3300 \text{ мм}^2$$

Определив площадь поршня, найдем его диаметр:

$$D_n = \sqrt{\frac{4F_n}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 3300}{3,14}} = 65 \text{ мм}$$

Округляем полученный диаметр до ближайшего стандартного значения, 70 мм.

					13.03.02.2018.209.00.00 ПЗ ВКР	Лист
						19
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Длина поршня  $l_n$  принимается примерно равной диаметру поршня. Длина уплотнительной части  $l_y$  так же приблизительно равна диаметру поршня. Ход поршня  $L=615$  мм. Конструкция гидроцилиндра показана на рисунке 4.2.

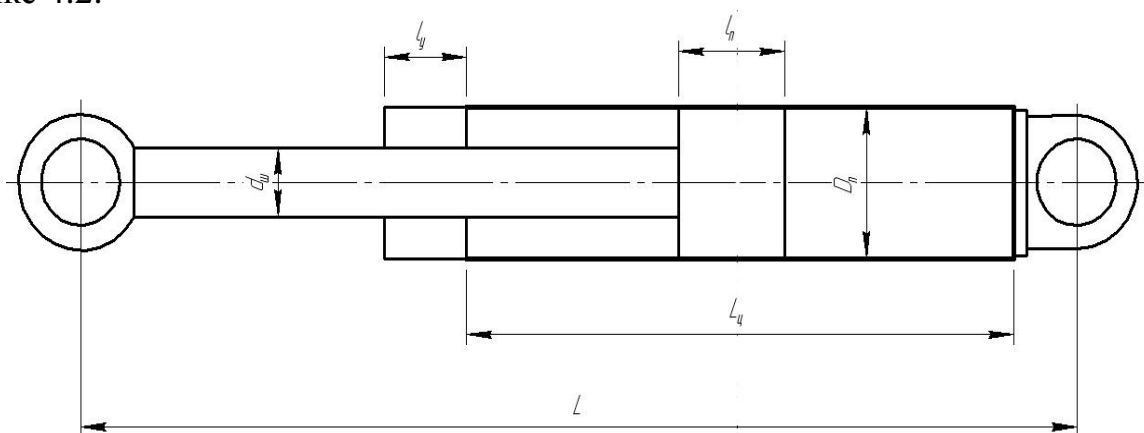


Рисунок 4.2. – Конструкция гидроцилиндра.

#### 4.1 Расчет гидроцилиндров на прочность и устойчивость

Произведем расчет толщины стенки гильзы гидроцилиндра, расчет устойчивости гидроцилиндра, расчет прочности штока гидроцилиндра на растяжение-сжатие. Гильза гидроцилиндра рассчитывается на прочность от действия внутреннего давления.

Определим толщину стенки гидроцилиндра:

$$t = \frac{D}{2} \left( \sqrt{\frac{\sigma_{\text{дон}} + P_{\text{ном}}}{\sigma_{\text{дон}} - P_{\text{ном}}} \frac{1 - 2\mu}{1 - 2\mu}} - 1 \right);$$

где  $\sigma_{\text{дон}}$  - допускаемое напряжение, для стали 45 = 360 МПа

$\mu$  - коэффициент Пуассона,  $\mu = 0,45$ ;

Для гидроцилиндра подъема стрелы:

$$t = \frac{70}{2} \left( \sqrt{\frac{360 + 20}{360 - 20} \frac{1 - 2 \cdot 0,45}{1 - 2 \cdot 0,45}} - 1 \right) = 1,9 \text{ мм}$$

Для расчета гидроцилиндра на устойчивость воспользуемся формулой Эйлера:

$$P = k \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{L^2}$$

где  $P$  – разрушающая сжимающая нагрузка, Н;  
 $E$  – модуль упругости материала,  $E=2,2 \cdot 10^5$ ;  
 $I$  – момент инерции,  $\text{м}^4$ ;  
 $L$  – общая длина цилиндра с выдвинутым штоком, м.

$$I = \frac{\pi}{64} D_{\text{внеш}}^4 - D^4$$

где  $D_{\text{внеш}}$  – внешний диаметр гильзы гидроцилиндра, м;  
 $k$  – коэффициент, зависящий от способа заделки концов штока,  $k=1$   
 (оба конца заделаны на шарнирах).

Расчет проведем по двум сечениям 1-1 и 2-2, рисунок 4.3.

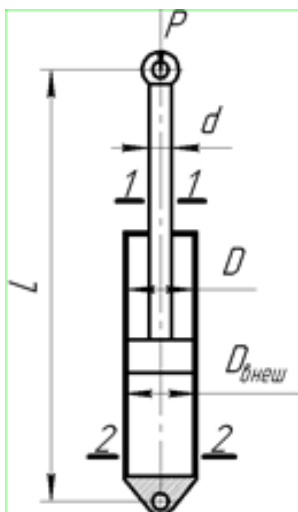


Рисунок – 4.3. Расчетная схема для определения устойчивости гидроцилиндра.

Рассмотрим сечение 1-1.

Для гидроцилиндра подъема стрелы:

$$I = \frac{3,14}{64} 0,077^4_{\text{внеш}} - 0,07^4 = 5,5 \cdot 10^{-7} \text{ м}^4$$

$$P_{кр} = 1 \cdot \frac{3,14^2 \cdot 2,2 \cdot 10^{11} \cdot 5,5 \cdot 10^{-7}}{1,95^2} = 31 \cdot 10^4 \text{ Н}$$

$$n = \frac{P_{кр}}{S} = \frac{310000}{140000} = 2,2$$

где  $n$  – коэффициент запаса;

$S$  – усилие, действующее на гидроцилиндр.

Рассмотрим сечение 2-2:

$$I = \frac{\pi \cdot d^4}{64}$$

Для гидроцилиндра подъема стрелы:

$$I = \frac{3,14 \cdot 0,05^4}{64} = 3 \cdot 10^{-6}$$

$$P_{кр} = 1 \cdot \frac{3,14^2 \cdot 2,2 \cdot 10^{11} \cdot 3 \cdot 10^{-6}}{2,3^2} = 15 \cdot 10^4 \text{ Н}$$

$$n = \frac{P_{кр}}{S} = \frac{150000}{140000} = 1,1$$

					13.03.02.2018.209.00.00 ПЗ ВКР	Лист
						22
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

По результатам расчетов наиболее опасное сечение 2-2, но и в этом сечении штоки гидроцилиндра выдерживает нагрузки.

Далее проведем расчет штока гидроцилиндра на прочность при растяжении-сжатии в соответствии с рисунком 4.4.

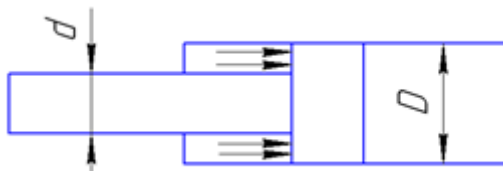


Рисунок 4.4. - Расчетная схема для определения прочности штока гидроцилиндра при растяжении-сжатии.

$$S = \frac{\pi \cdot D^2}{4} - \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

$$S_{штока} = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

Напряжение в штоке гидроцилиндра:

$$\sigma = \frac{S \cdot P_{ном}}{S_{штока}}$$

$$n = \frac{\sigma_{доп}}{\sigma}$$

Для гидроцилиндра подъема стрелы:

$$S = \frac{3,14 \cdot 70^2}{4} - \frac{3,14 \cdot 50^2}{4} = 1884 \text{ мм}^2$$

$$S_{\text{штока}} = \frac{3,14 \cdot 50^2}{4} = 1963 \text{ мм}^2$$

$$\sigma = \frac{1884 \cdot 20 \cdot 10^6}{1963} = 19 \text{ МПа}$$

$$n = \frac{360}{19} = 18,9$$

Результаты расчета гидроцилиндра подъема, стрелы на устойчивость, расчета штока этих гидроцилиндров на растяжение-сжатие удовлетворяют всем требованиям, следовательно, перерасчет делать нет необходимости.

					13.03.02.2018.209.00.00 ПЗ ВКР	Лист
						24
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



## 5 МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕХАНИЗМА ПОДЪЁМА

### 5.1 Построение и расчёт математической модели

Оценку качества работы электрогидропривода определяется типом машины для которого он предназначен. Нужно иметь сведения о рабочем органе, режимах его движения и характеристиках внешней нагрузки. Можно выделить две базовые группы вращательного и поступательного движения.

Для моделирования необходимо построение и описание графа взаимодействий переменных. Граф представлен на рисунке 5.1.

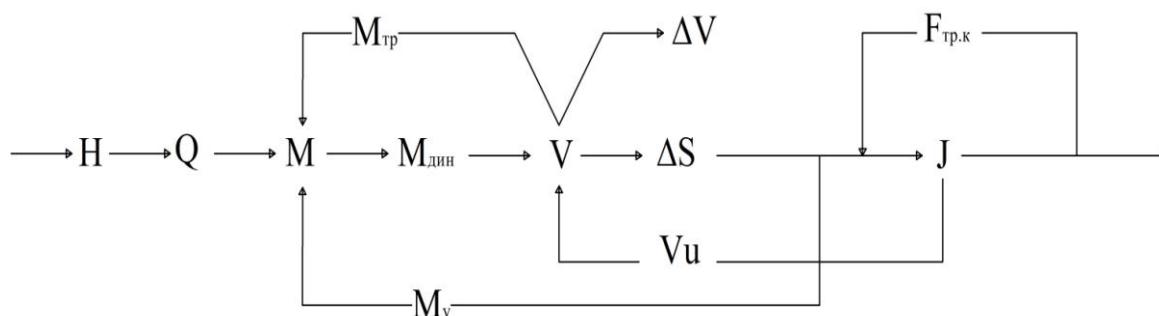


Рисунок 5.1 – Граф взаимодействий переменных.

При включении КМУ в работу, начинает работать насос, качающий жидкость из гидробака изменяя давление  $H$  в гидросистеме и увеличивая расход жидкости  $Q$ , необходимый для приведения в движения механизм подъёма КМУ. Совершаемое движение создаёт момент  $M$ , который складывается из момента упругого  $M_y$  и момента трения  $M_{тр}$ , а также скорость  $V$  на рабочем органе. Скорость зависит от штока гидроцилиндра  $\Delta S$ , изменение пройденного пути создаёт момент инерции  $J$  и силу трения качения  $F_{тр.к}$ .

Скорость и момент в электрогидроприводе могут изменяться во времени. В этом случае в качестве исходных данных могут использоваться циклограммы нагрузок гидроцилиндра и его скоростей, приведённые на рисунке 5.2

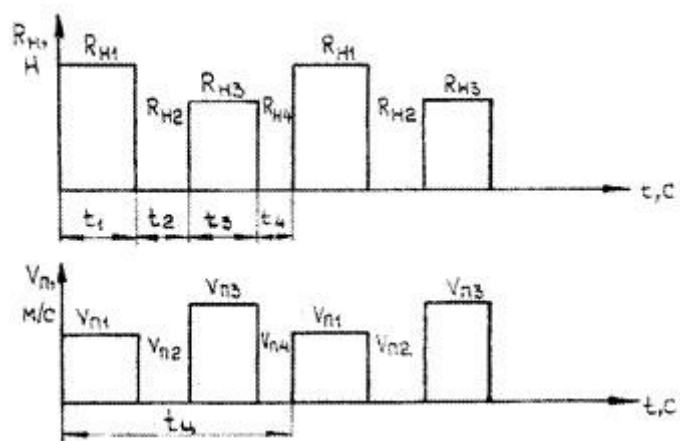


Рисунок – 5.2 Циклограммы нагрузок гидроцилиндра и его скоростей.

Исходя из технических характеристик, представленных в таблице – 1 п. 2, можно рассчитать систему управления движением механизма подъёма.

Для расчёта не обходимо знать момент, силу и угловую скорость действующих на гидропривод.

Определим момент силы на подъёме:

$$M = F \cdot r_{II};$$

где  $r_{II}$  – радиус подъёмного устройства равный 35 мм,  $F$  – сила, найденная по закону Гука:

$$F = H_0 S;$$

где  $H_0$  – давление в гидросистеме равное 20 МПа  $S$  – площадь основания гидроцилиндра:

$$S = \pi r^2;$$

где  $r$  – радиус гидроцилиндра подъёма равное 45 мм.

$$S = 3,14 \cdot 45^2 = 0,00636 м^2;$$

$$F = 20 \cdot 10^6 \cdot 6,36 = 127,2 \text{ Н};$$

$$M = 127,2 \cdot 0,035 = 4,45 \text{ кНм};$$

Найдём угловую скорость по формуле:

$$\omega = \frac{2\pi\alpha}{360t};$$

где  $t$  – время полного поднятия механизма равное 30 с,  $\alpha$  – угол подъёма  $85^\circ$ .

$$\omega = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 85}{360 \cdot 18} = 0,082 \text{ рад / с};$$

## 5.2 Моделирование

В программном комплексе Vissim производился анализ работы механизма подъёма КМУ и сравнительный анализ технических показателей.

Анализ работы механизма подъёма КМУ проводился с коэффициентом  $k$  задатчика скорости перемещения штока гидроцилиндра. На рисунках 5.3-5.7 блоки моделирования и получены характеристики.

					13.03.02.2018.209.00.00 ПЗ ВКР	Лист
						27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

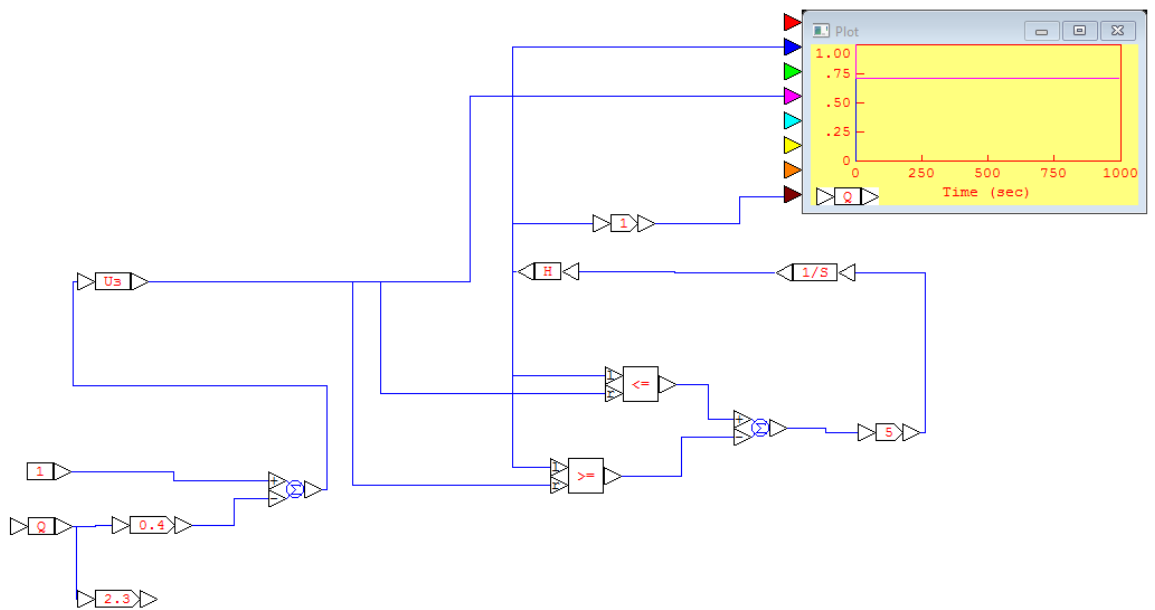


Рисунок – 5.3. Блок «Задатчика интенсивности».

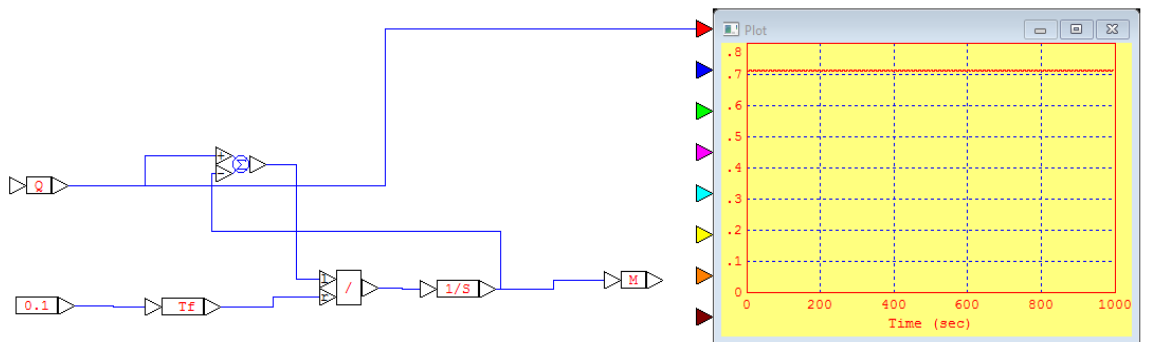


Рисунок – 5.4. Блок «Гидроцилиндр подъёма».

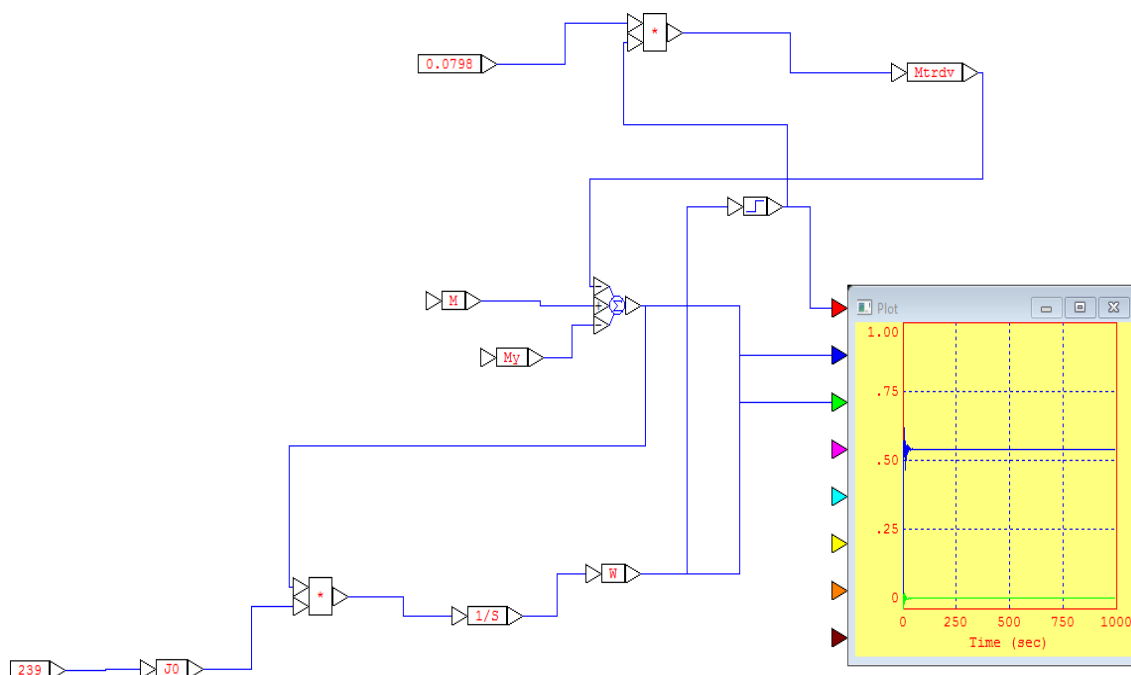


Рисунок – 5.5. Блок «Насос».

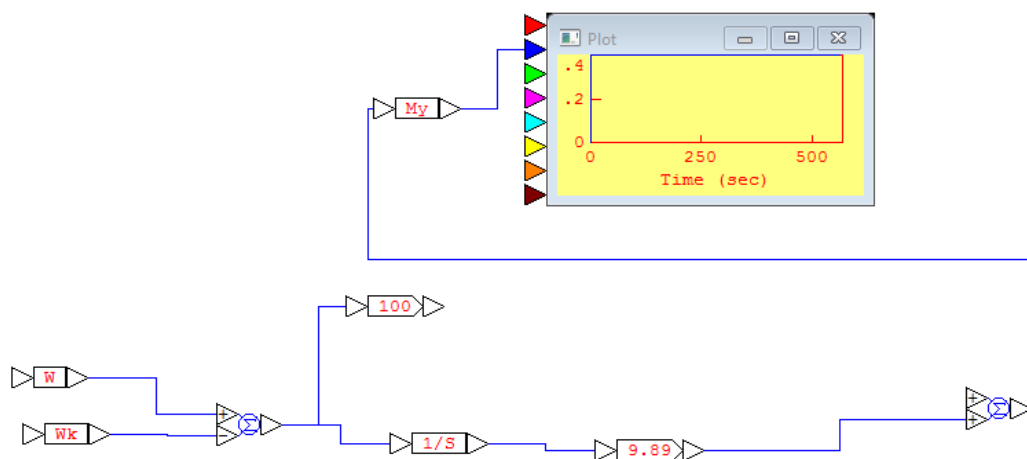


Рисунок – 5.6. Блок «Передача»

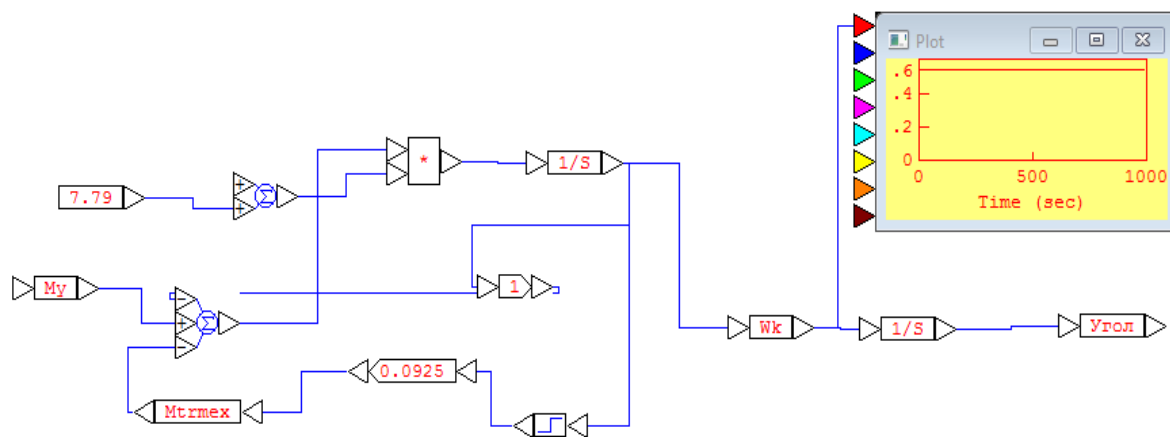


Рисунок – 5.7. Блок «КМУ»

### 5.3 Результаты моделирования.

В результате моделирования были получены графики изменения нагрузки на шток гидроцилиндра в зависимости от угла подъёма изображён на рисунке 5.8. График изменения скорости от угла подъёма рисунок 5.9. График зависимость давления от времени рисунок рисунок 5.10. И зависимость расхода рабочей жидкости от угла подъёма рисунок 5.11.



Рисунок – 5.8. Изменение нагрузки на шток гидроцилиндра в зависимости от угла подъёма.

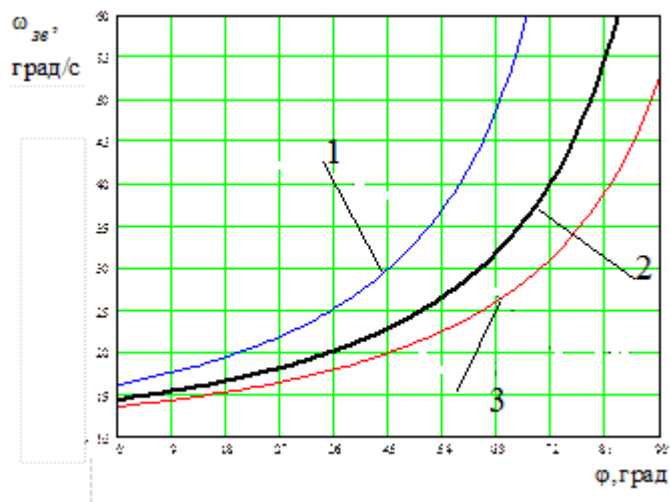


Рисунок – 5.9. График изменения скорости от угла подъёма.

- 1) При угле подъёма равный 65 град.
- 2) При угле подъёма равный 75 град.
- 3) При угле подъёма равный 85 град.

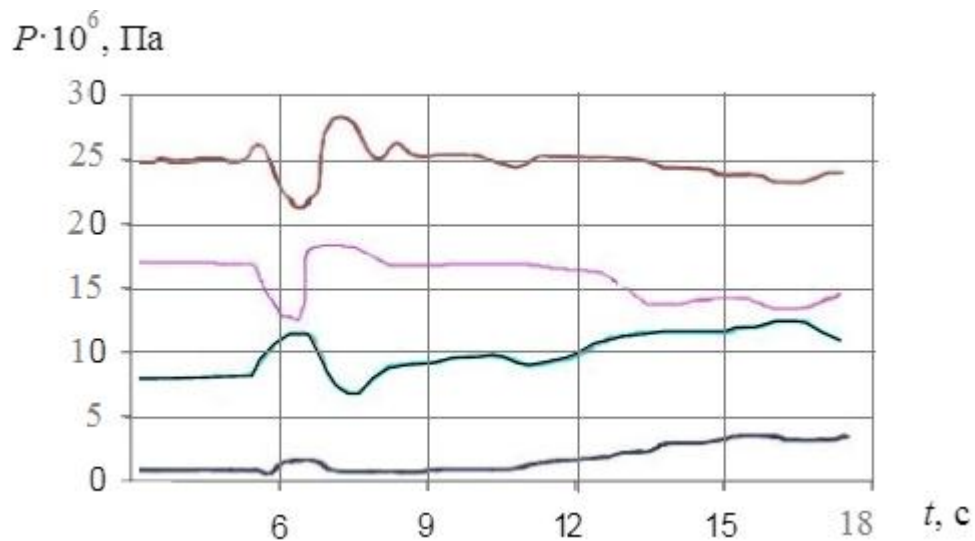


Рисунок – 5.10 График зависимости давления от времени.

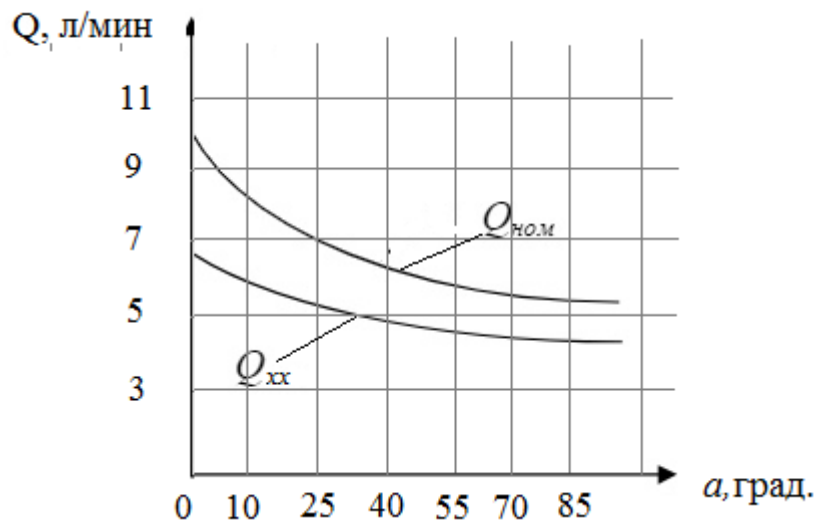


Рисунок – 5.11 зависимость расхода рабочей жидкости от угла подъёма.

Из построенных в программном комплексе Vissim зависимостей, наблюдается изменение показателей: нагрузка на шток гидроцилиндра, скорость, давление, расход рабочей жидкости.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата



## 6 НАСТРОЙКА ПРОГРАММИРУЕМОГО ЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЛЕРА

При разработке блока управления была необходимость замены гидрораспределителя на распределителя с электроуправлением. Был выбран датский ЭГР Danfoss PVG16. Для этого ЭГР подходит программируемый логический контроллер (ПЛК) Danfoss MC050-020. В этом ПЛК 50 контакторов, 24 входа и 14 выходов, как аналоговые, так и цифровые. Питание контроллера осуществляется от 9 до 36 В.

Для управления всей системы необходимо настроить контроллер с помощью программы PLUS+1 GUIDE, которая прилагается к данному ПЛК.

Пример настройки контроллера в программном обеспечении PLUS +1 GUIDE изображён на рисунке 2.

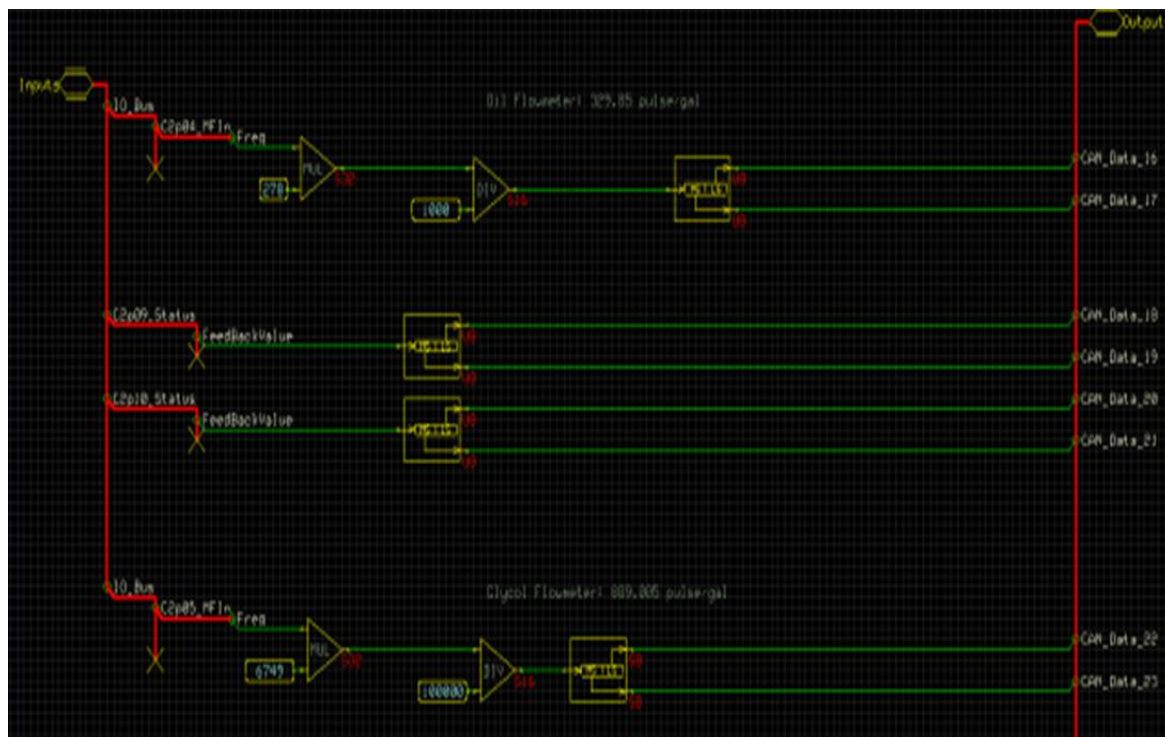


Рисунок 6.1. – Скриншот контроллера в ПО PLUS +1 GUIDE.

Программное обеспечение PLUS+1 GUIDE включает в себя стандартные функции программирования, а также включает окна гистограмм, осциллограф для настройки и регулирования. Есть возможность экспортировать данные в электронные таблицы и строить необходимые пользователю графики. Доступ к любому устройству в сети PLUS 1 через CAN – сеть контроллеров, используя коммуникатор USB/CAN.

## 7 РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОГО ПРОЕКТА

### 7.1 Создание проекта в AutoCAD Electrical

Проект в AutoCAD Electrical представляет собой схему подключения пульта управления согласно рисунку 7.1.

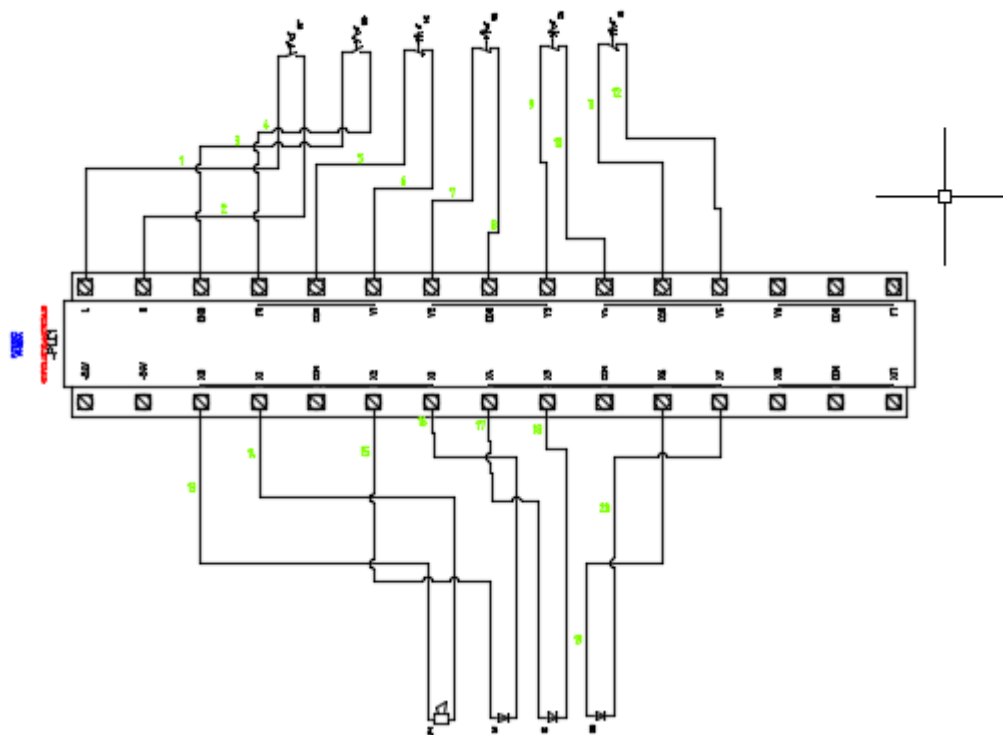


Рисунок 7.1. – Схема подключения пульта управления.

Перед началом работы с программой AutoCAD Electrical необходимо создать новый проект. Для этого, соответствии с рисунком 7.2, на панели «ДИСПЕТЧЕР ПРОЕКТОВ», расположенной в левой части экрана находим кнопку «Новый проект» и нажимаем ее. [4]

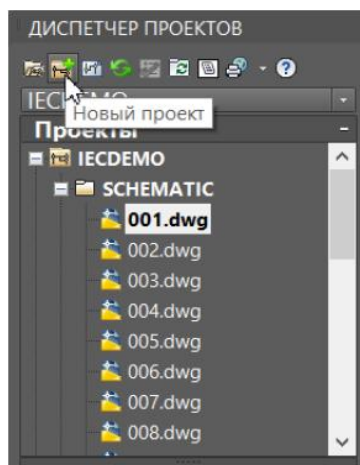


Рисунок 7.2. – Расположение кнопки создания нового проекта в диспетчере проектов.

					13.03.02.2018.209.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

Открывается диалоговое окно, в соответствии с рисунком 7.3. В данном окне в поле «Имя» введем название проекта в формате «Фамилия И.О.», а в поле «Место» укажем директорию для расположения файлов проекта.

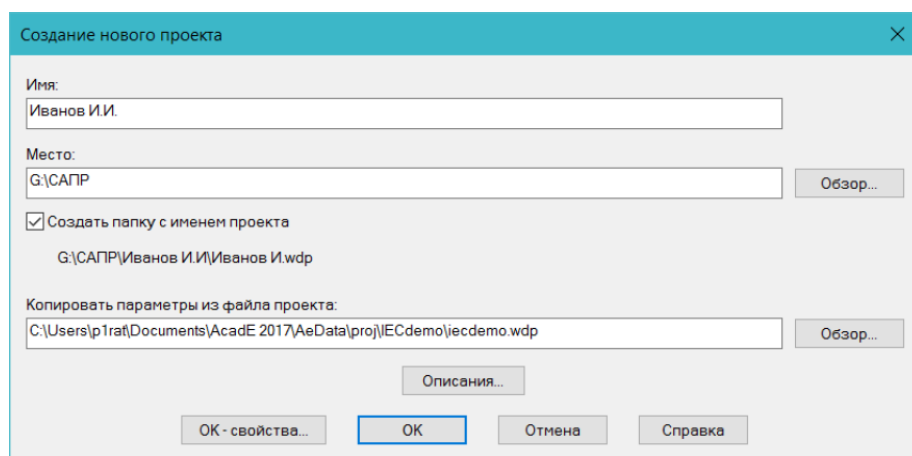


Рисунок 7.3. – Диалоговое окно создания нового проекта.

Для дальнейшей настройки свойств проекта нажимаем кнопку «OK-свойства...» и проверяем параметры путей к файлам библиотек, на вкладке «Компоненты» внесем изменения в нумерацию позиционных обозначений компонентов. Кроме того, на вкладках «Перекрестные ссылки», «Стили» и «Формат чертежа» изменим параметры так, чтобы они соответствовали требованиям нормативной документации организации.

Добавим в проект новый лист, для этого выберем наш проект в диспетчере проектов и нажмем кнопку «Новый чертеж», в соответствии с рисунком 7.4.

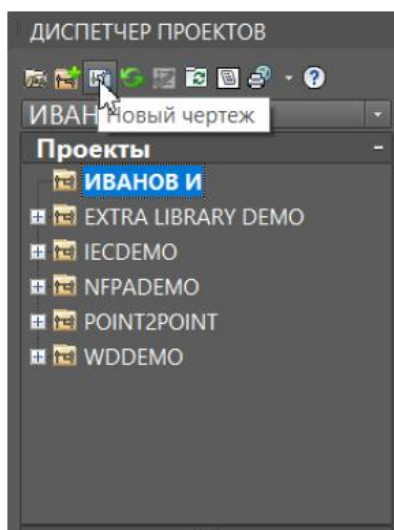


Рисунок 7.4. – Кнопка создания нового чертежа.

Откроется диалоговое окно, в соответствии с рисунком 7.5. Введем в нем имя, номер листа, тип схемы и выберем шаблон рамки.

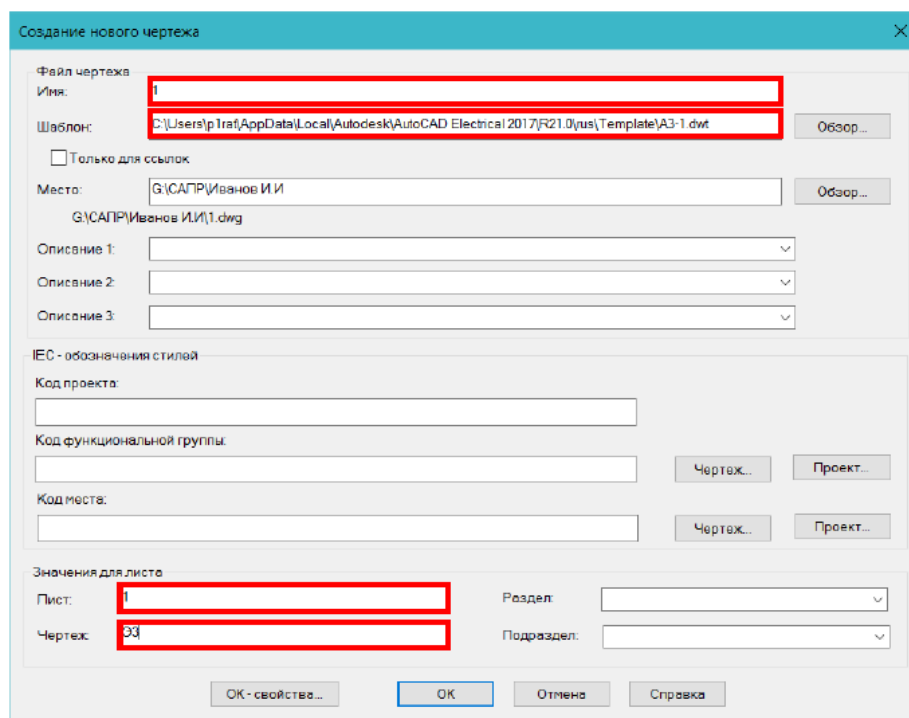


Рисунок 7.5. – Диалог создание нового чертежа.

Далее заполним данные о проекте (щелкнув правой клавишей мыши по проекту и в контекстном меню выбрав пункт «Описания...»). Заполнение основной надписи производим также в соответствии с действующими стандартами организации.

Инициировать обновление введенных данных можно щелкнув правой клавишей мыши по проекту и выбрав в контекстном меню пункт «Обновить блок заголовка...». После выбора данных для обновления нажимаем кнопку «ОК – Только активный чертеж».

В результате обновления данных получим заполненную основную надпись, в соответствии с рисунком 7.6.

						13.03.02.2018.209.16.00		
						Схема электрическая принципиальная		
Изм.	Кол.	Лист	Док.	Подп.	Дата	Стадия	Лист	Листов
Разработал		Шаргин А.Е.			17.04.18		1	1
Проверил		Степанов Ю.С.						
Утвердил								
						Формат А3		

Рисунок 7.6. – Основная надпись созданного чертежа.

Таким образом, мы создали новый проект и лист с заполненным штампом.

### 7.2 Создание схемы пульта управления в AutoCAD Electrical

Используя функционал программного комплекса AutoCAD Electrical мною была создана схема, представленная на рисунке 7.7.

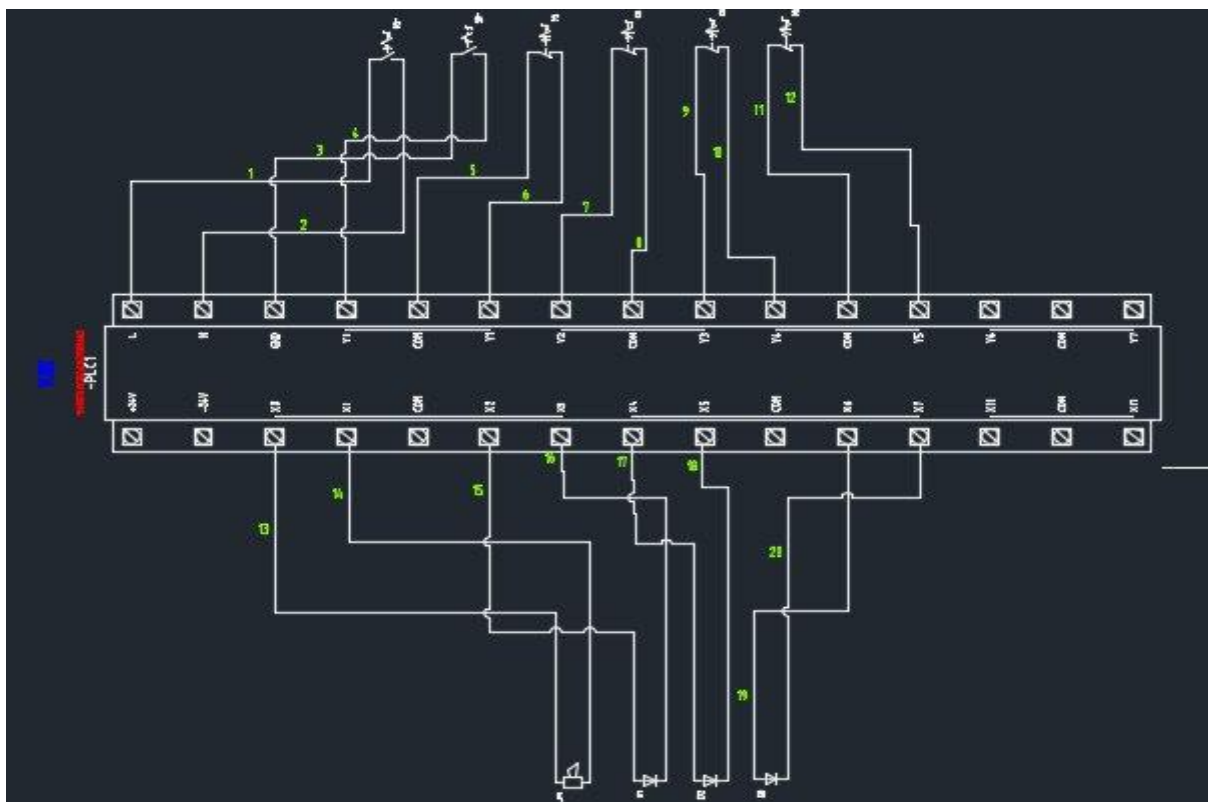


Рисунок 7.7. – Схема подключения пульта, созданная в AutoCAD Electrical.

### 7.3 Проверка типовых ошибок в AutoCAD Electrical

AutoCAD Electrical позволяет проверить проект/чертеж на некоторые типовые ошибки. Для проверки проекта/чертежа необходимо перейти во вкладку «Отчеты» и вызвать инструмент «Проверка AutoCAD Electrical».

					13.03.02.2018.209.00.00 ПЗ ВКР		Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			37

После выбора инструмента «Проверка AutoCAD Electrical» появляется окно «Проверка электрических схем», в соответствии с рисунком 7.8.

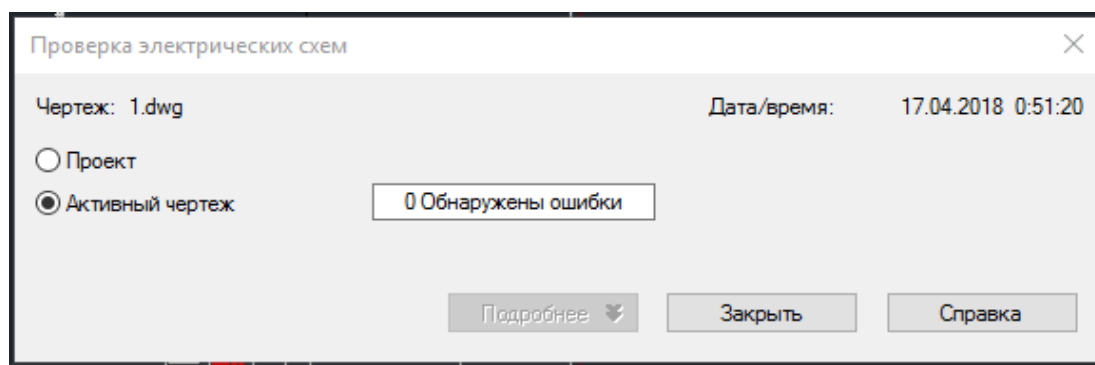


Рисунок 7.8. – Диалоговое окно инструмента проверки электрических схем.

AutoCAD Electrical позволяет отследить следующие ошибки:

«Повторение клемм» - отображение повторяющихся номеров клемм на схеме.

«Исключения для выводов» - отображение повторяющихся выводов, назначенных компонентам.

«Контакты» - отображение всех дочерних компонентов, для которых отсутствует родительских компонент схемы.

«Компонент - нет номера по каталогу» - отображение компонентов, которым не назначены номера деталей по спецификациям.

«Повторение компонентов» - отображение повторяющихся позиционных обозначений компонентов.

«Компонент - нет соединения» - отображение компонентов без подсоединенных проводов.

«Провод - нет соединения» - отображение «висящих проводов», то есть проводов без соединения.

«Исключение для провода» - отображение отсутствующих и повторяющихся номеров проводов для активного проекта.

«Исключение для кабеля» - отображение повторяющихся кабелей для активного проекта.

К каждой найденной ошибке можно перейти, кликнув на ней два раза левой клавишей мыши в представленной в списке обнаруженных ошибок.

Также AutoCAD Electrical в реальном времени отслеживает - и предупреждает об ошибках:

повторение номеров проводов.

повторение позиционных обозначений компонентов/клемм.

превышение допустимого количества контактов для катушки реле.

В ходе работы была создана электрическая схема пульта управления в AutoCAD Electrical, указаны каталожные данные, номера всех проводов и произведён анализ схемы на наличие ошибок.

					13.03.02.2018.209.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		38

Для проектирования электрических схем данный программный комплекс однозначно подходит, однако при работе мною были выявлены следующие недостатки: отсутствие множества электронных компонентов

Основные возможности программного обеспечения:

- Параметрическое моделирование. Разработчики Autodesk постарались облегчить задачу инженерам. Параметрическая структура составляет единое целое – изменение одного показателя ведет к модификации всего объекта.

- Гибкость. В официальном описании интерфейса программы Autodesk Inventor всегда упоминается ее гибкость. Комплекс поддерживает разнообразные методы проектирования вплоть до сложнейших структур. При этом требования к техническому оснащению компьютера остаются на приемлемом уровне.

- Сборки. Имеется возможность создания деталей по отдельности, а затем включения их в сборки. В Inventor легко и удобно работать как с небольшими сборками, так и с действительно крупномасштабными.

- Создание чертежей. На основе созданной модели легко выпустить техническую документацию в виде двумерного чертежа. Или, наоборот, наброски в AutoCAD могут стать основой для 3D-структуры в Inventor. Компания Autodesk позаботилась о том, чтобы все ее продукты без проблем взаимодействовали между собой.

- Автоматизация проектирования. Затрагивая описание интерфейса программы Autodesk Inventor, нельзя не сказать об автоматизации процессов. С каждым новым обновлением все больше задач перекладывается на программу. Такие как генерация каркаса, создание листового тела, трубопроводных систем и кабелей, генератор форм. Помимо этого, в описании программы Autodesk Inventor упоминается автоматическое моделирование таких объектов, как валы, втулки, зажимные соединения, передачи любого типа, уплотнительные кольца, пластмассовые формы, пружины и т.д. Так у проектировщика освобождается время для творческой составляющей работы.

Сам интерфейс Inventor схож с интерфейсом программного комплекса AutoCAD Electrical.

#### 7.4 Создание 3D модели пульта управления в Autodesk Inventor

Для построения сборки пульта управления нам необходимо скачать 3D модели используемых элементов или построить самому. Чтобы скачать необходимые элементы нужно перейти на сайт бесплатных 3D модели компонентов поставщиков: <http://:traceparts.com/ru>

Затем используя функционал программного комплекса Autodesk Inventor была создана 3D модель пульта управления рисунок 7.9, а также модель пульта управления с разводкой рисунок 7.10. и получена спецификация с указанием всех длин проводов рисунок 7.11. [7]

					13.03.02.2018.209.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

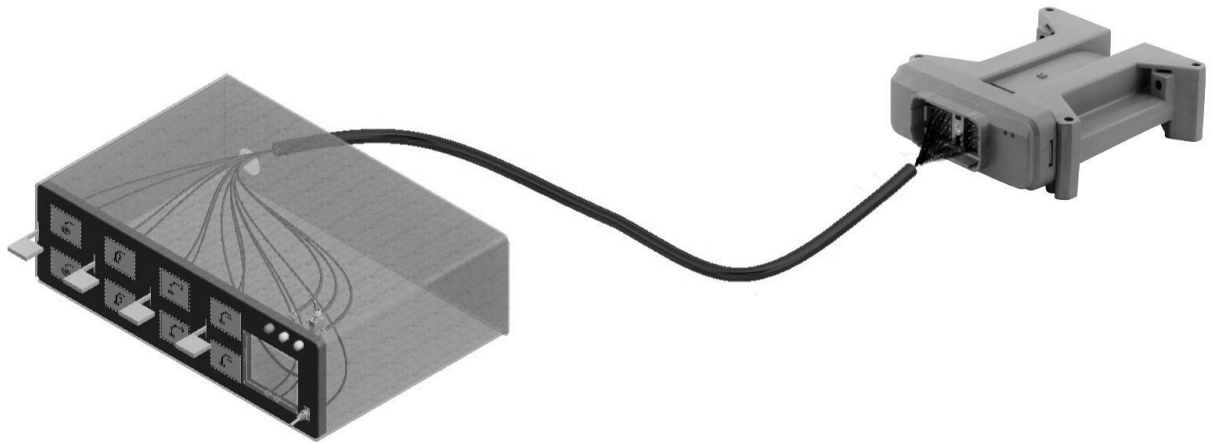


Рисунок 7.10. – 3D модель пульта управления с разводкой.

Спецификация [пульт сборки.Прокладка кабелей2]

пульт сборки.Прокладка кабелей2

Данные модели: Структурированный (запрещено) Только детали (отключен)

Обозначение	Структура спецификации	Единичная величина	КОЛ.	Инвентарный номер	Наименование	ИЗМ.
пульт сборки.Прокладка кабелей2	Фантомный	шт.	1			
СЕРый.9	Обычный	106.947 см	106.947 см		СЕРый	
СЕРый.8	Обычный	110.103 см	110.103 см		СЕРый	
СЕРый.7	Обычный	110.355 см	110.355 см		СЕРый	
СЕРый.6	Обычный	113.331 см	113.331 см		СЕРый	
СЕРый.5	Обычный	112.995 см	112.995 см		СЕРый	
СЕРый.4	Обычный	126.536 см	126.536 см		СЕРый	
СЕРый.3	Обычный	126.284 см	126.284 см		СЕРый	
СЕРый.20	Обычный	122.014 см	122.014 см		СЕРый	
СЕРый.2	Обычный	122.689 см	122.689 см		СЕРый	
СЕРый.19	Обычный	123.104 см	123.104 см		СЕРый	
СЕРый.18	Обычный	120.439 см	120.439 см		СЕРый	
СЕРый.17	Обычный	121.548 см	121.548 см		СЕРый	
СЕРый.16	Обычный	118.950 см	118.950 см		СЕРый	
СЕРый.15	Обычный	120.035 см	120.035 см		СЕРый	
СЕРый.14	Обычный	118.075 см	118.075 см		СЕРый	
СЕРый.13	Обычный	119.986 см	119.986 см		СЕРый	
СЕРый.12	Обычный	106.891 см	106.672 см		СЕРый	
СЕРый.11	Обычный	106.672 см	108.095 см		СЕРый	
СЕРый.10	Обычный	108.095 см	123.674 см		СЕРый	
СЕРый.1	Обычный	123.674 см			СЕРый	

Импорт... Экспорт... Готово

Рисунок 7.11. – Окно со спецификацией.



В Autodesk Inventor была создана 3D модель пульта управления с проводами, и получена спецификация с указанием всех длин проводов.

Несомненно, такой вид визуализации прокладки кабелей весьма трудоёмок и сложен, несмотря на это на этапе разработок принимается большая часть конструктивных решений, и поэтому 3D визуализации можно своевременно внести в проект будущего объекта существенные изменения без каких-либо затрат.

### 7.5 Создание электромеханической связи

Создание файлов электромеханической связи в AutoCAD Electrical

Необходимо создать файлы электромеханической связи для дальнейшей работы в Autodesk Inventor.

Чтобы это сделать на панели инструментов во вкладке «Электромеханическая связь» в группе «Настройка» выбираем инструмент «Настройка электромеханической связи».

Далее программа информирует о свойствах электромеханической связи и связанной с ним сборке в Autodesk Inventor.

В случае возникновения каких-либо ошибок электромеханическую связь можно отменить с помощью инструмента «Настройка электромеханической связи».

Далее необходимо создать xml файл содержащий в себе информацию о соединениях и проводах. Для этого на панели инструментов во вкладке «Данные импорта/экспорта» в группе «Экспорт» выбираем инструмент «Inventor».

Далее выбираем путь сохранения xml файла, указываем его имя и нажимаем кнопку «Создать».

После данных действий AutoCAD Electrical создает три файла электромеханического процесса, согласно рисунку 7.12.

Пульт схема	17.04.2018 12:03	Документ XML	9 КБ
Пульт	17.04.2018 12:08	Electromechanical...	1 КБ
Пульт_Logical	17.04.2018 12:02	Electromechanical...	18 КБ

Рисунок 7.12. – Файлы электромеханического процесса.

На этом работа в AutoCAD Electrical закончена.

### 7.6 Создание электромеханической связи в Autodesk Inventor

Для создания электромеханической связи в Autodesk Inventor на панели инструментов во вкладке «Электромеханический проект» в группе «Настройка» выбираем команду «Настройка связи с электромеханическим проектом».

Далее в диалоговом нажимаем кнопку «Создать связь с файлом электромеханического проекта» и в открывшемся окне указываем папку с

файлами электромеханической связи созданными в AutoCAD Electrical. Результат представлен на рисунке 7.13.

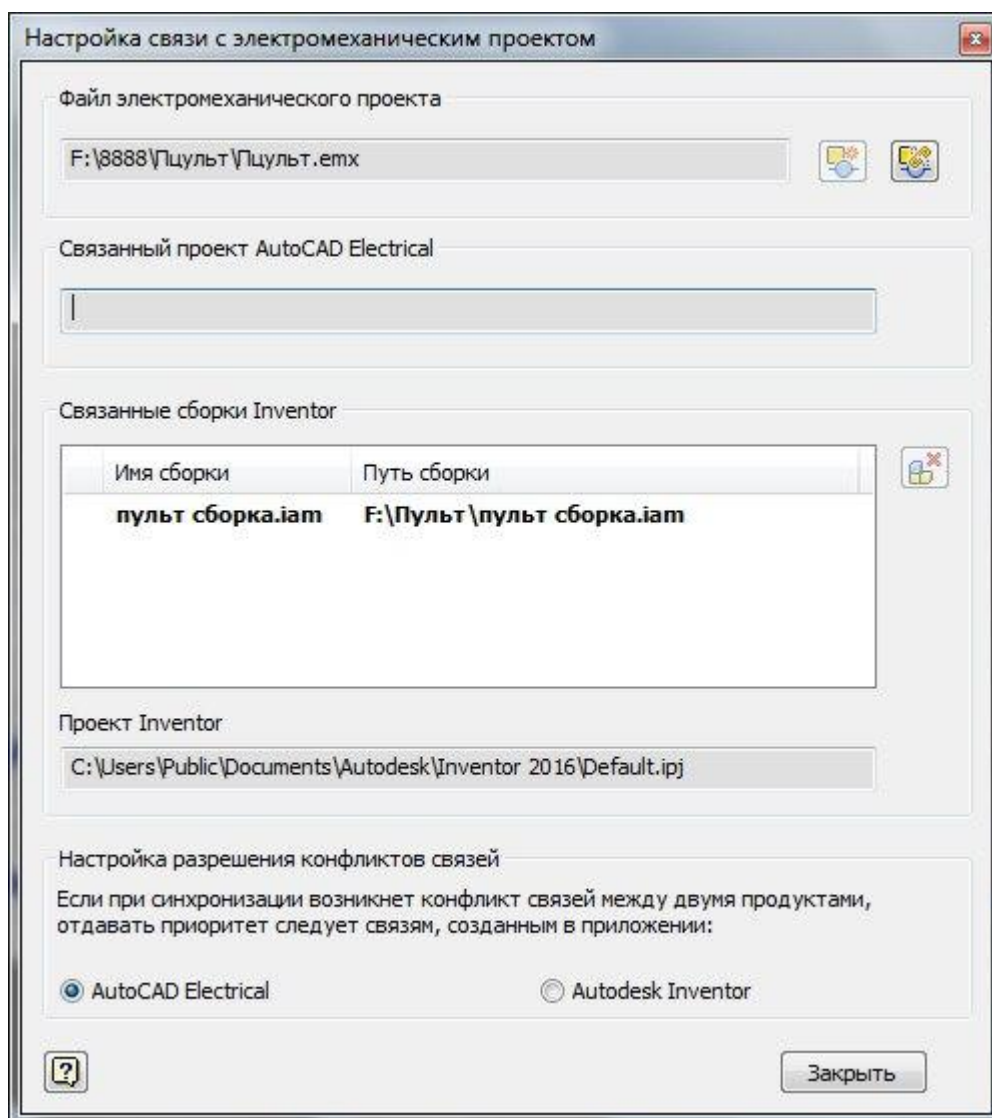


Рисунок 7.13. – Результат создания связи между Autodesk Inventor и AutoCAD Electrical.

Результатом является разработанный электромеханический проект, пульта управления и программируемого логического контроллера, данный проект возможно реализовать на предприятии АО «Златмаш».

## 8 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА

В данном разделе произведен экономический расчет электрооборудования КМУ С-25.

В состав электрооборудования входят:

- блок управления;
- система управления;
- монтажные материалы.

Расчет затрат на электрооборудование произведен по следующим статьям калькуляции:

- материалы;
- комплектующее оборудование;
- неучтенное оборудование и транспортные расходы;
- топливо и энергия на монтаж и наладку оборудования;
- заработная плата персонала;
- единый социальный налог;
- освоение производства;
- накладные расходы.

В статье материалы включена стоимость основных и вспомогательных материалов.

Стоимость основных материалов  $C_{ом}$ , руб.

$$C_{ом} = K \cdot \sum(M_i \cdot Ц_i),$$

где  $K$  – коэффициент, учитывающий транспортные расходы по материалу;

$M_i$  – норма расхода данного материала на монтаж устройства;

$Ц_i$  – цена учетной единицы материала, руб.

Результаты расчета стоимости основных материалов представлены в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Основные материалы

Материал	Стоимость единицы материала	Количество единиц материала	Стоимость материала, руб.
Провод монтажный	3,5 руб/м	5 м	17,5
Кабель	55 руб/м	15 м	825
Припой ПОС 60	100 руб/кг	0,1 кг	10
Канифоль КС-8	40 руб/кг	0,05 кг	2
Лак	80 руб/кг	0,1 кг	8
Итого:			862,5

Стоимость вспомогательных материалов  $C_{вм}$ , руб.

$$C_{вм} = 0,1 \cdot C_{ом},$$

					13.03.02.2018.209.00.00 ПЗ ВКР	Лист 43
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$C_{\text{вм}} = 0,1 \cdot 862,5 = 86,25 \text{ руб.}$$

Стоимость основных и вспомогательных материалов  $C_{\text{м}}$ , руб.

$$C_{\text{м}} = C_{\text{ом}} + C_{\text{вм}},$$

$$C_{\text{м}} = 862,5 + 86,25 = 948,75 \text{ руб.}$$

Для расчета стоимости комплектующего оборудования блока управления и системы управления представлена сводная спецификация в таблице 8.2

Таблица 8.2 – Спецификация электрооборудования

Наименование	Количество единиц, шт.	Цена за единицу, руб.	Общая стоимость, руб.
Программируемый логический контроллер MC050-020 Danfoss	1	34620	34620
Электрогидрораспределитель PVG-16 Danfoss	1	89400	89400
Светодиод зелёный АЛ307ГМ	2	19	38
Светодиод красный АЛ307БМ	1	15	15
Датчик положения ВБ2.12М.55.4.2.1.К	2	770	1540
Лампа наружного освещения FR9-27	2	850	1700
Предохранитель пв - 10 а	1	130	130
Динамик 1ГДШ-14	1	320	320
Тумблер включения питания, освещения ТВ1-2	2	510	1020
Кнопка звукового сигнала ПКН-159-3	1	50	50
Джойстик СР101DJ20	4	840	3360
Итого: стоимость комплектующего оборудования	-	-	132193

Стоимость неучтенного электрооборудования и транспортных расходов принимается в размере 20 % от стоимости комплектующего электрооборудования.

Стоимость неучтенного электрооборудования и транспортных расходов  $C_{ну}$ , руб.

$$C_{ну} = 0,2 \cdot C_k,$$

где  $C_k$  – стоимость комплектующего электрооборудования, руб.

$$C_{ну} = 0,2 \cdot 132193 = 26489 \text{ руб.}$$

Стоимость топлива и энергии на монтаж и наладку оборудования  $C_э$ , руб.

$$C_э = P_э + P_{от}$$

где  $P_э$  – расходы на электроэнергию, руб.

$$P_э = (P_{эп} \cdot T_{эп} + n \cdot P_{эл} \cdot t_{эл}) \cdot Ц_э,$$

где  $P_{эп}$  – мощность электропаяльника,  $P_{эп} = 60$  Вт;

$T_{эп}$  – время работы электропаяльника,  $T_{эп} = 8$  ч;

$n$  – количество ламп,  $n = 10$  шт;

$P_{эл}$  – мощность электроламп,  $P_{эл} = 100$  Вт;

$t_{эл}$  – время работы ламп,  $t_{эл} = 24$  ч;

$Ц_э$  – стоимость 1 кВт·ч,  $Ц_э = 1,71$  руб.

$$P_э = (60 \cdot 8 + 10 \cdot 100 \cdot 24) \cdot 1,71/1000 = 49,6 \text{ руб.}$$

Расходы на отопление  $P_{от}$ , руб.

$$P_{от} = \frac{K_{от} \cdot S \cdot Ц_{п} \cdot T}{Д \cdot t_{п}},$$

где  $K_{от}$  – коэффициент, учитывающий расходы на отопление и содержание помещений,  $K_{от} = 0,05$ ;

$S$  – норма площади для производственного персонала,  $S = 150$  м<sup>2</sup>;

$Ц_{п}$  – стоимость квадратного метра площади помещения,  $Ц_{п} = 60$  руб/м<sup>2</sup>;

					13.03.02.2018.209.00.00 ПЗ ВКР	Лист
						45
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$T$  – плановое время работы,  $T = 24$  ч;  
 $D$  – количество рабочих дней в месяце,  $D = 22$  дня;  
 $t_{\text{п}}$  – продолжительность рабочего дня,  $t_{\text{п}} = 8$  ч.

$$P_{\text{от}} = \frac{0,05 \cdot 150 \cdot 60 \cdot 24}{22 \cdot 8} = 62 \text{ руб.}$$

$$C_3 = 49,6 + 62 = 111,6 \text{ руб.}$$

В статье заработная плата персонала включена основная и дополнительная заработная плата .

Для монтажа и наладки электро и гидрооборудования крана-манипулятора необходим следующий персонал:

- инженер;
- монтажник;
- механик.

Основная заработная плата персонала  $C_{\text{оз}}$ , руб.

$$C_{\text{оз}} = \frac{3 \cdot T}{D \cdot t_{\text{п}}},$$

где  $3$  – месячный оклад, руб.;

$T$  – плановое время работы, ч.

Дополнительная заработная плата персонала принимается в размере 20 % от основной заработной платы.

Дополнительная заработная плата персонала  $C_{\text{дз}}$ , руб.

$$C_{\text{дз}} = 0,2 \cdot C_{\text{оз}}.$$

Расчет заработной платы персонала представлен в таблице 8.3.

					13.03.02.2018.209.00.00 ПЗ ВКР	Лист
						46
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 8.3 – Заработная плата персонала

Профессия	Списочный состав, чел	Плановое время работы, ч	Месячный оклад, руб.	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Инженер	1	8	25000	1136	227
Монтажник	2	16	15000	1364	273
Механик	1	8	10000	455	91
Итого				2955	591

В статье единый социальный налог включены обязательные отчисления, по установленным законодательством нормам, органам государственного социального страхования, в пенсионный фонд и на обязательное медицинское страхование.

Единый социальный налог принимается в размере 26 % от суммы затрат на оплату труда.

Единый социальный налог  $C_{есн}$ , руб.

$$C_{есн} = 0,26 \cdot (C_{оз} + C_{дз}),$$

$$C_{есн} = 0,26 \cdot (2955 + 591) = 922 \text{ руб.}$$

Затраты на освоение производства принимаются в размере 9 % от затрат на материалы и электрооборудование.

Затраты на освоение производства  $Z_{пр}$ , руб.

$$Z_{пр} = 0,09 \cdot (C_{м} + C_{к} + C_{ну}),$$

$$Z_{пр} = 0,09 \cdot (948,75 + 132193 + 26489) = 14367 \text{ руб}$$

Накладные расходы  $H_p$ , руб.

$$H_p = K_p \cdot C_{оз},$$

					13.03.02.2018.209.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

где  $K_p$  – процент накладных расходов,  $K_p = 200 \%$ .

$$N_p = 2 \cdot 2955 = 5910 \text{ руб.}$$

Расчет сметы затрат на электрооборудование по статьям калькуляции представлен в таблице 8.4. [8]

Таблица 8.4 – Смета затрат на электрооборудование

Наименование статьи затрат	Затраты, руб.	Удельный вес, %
Материалы:		
– основные	862,5	1
– вспомогательные	86,25	0,1
Комплектующее оборудование	132193	53
Неучтенное оборудование и транспортные расходы	26489	10,6
Топливо и энергия на монтаж и наладку оборудования	112	0,3
Заработная плата персонала:		
– основная	2955	8,3
– дополнительная	591	1,7
Единый социальный налог	922	2,6
Освоение производства	14367	5,8
Накладные расходы	5910	16,6
Полная себестоимость электрооборудования	184487	100

Полная себестоимость крано-манипуляторной установки  $C_p$ , руб.

$$C_p = C_э + C_m$$

где  $C_э$  – полная себестоимость электрооборудования,  $C_э = 161773$  руб.;

$C_m$  – себестоимость механической части и гидрооборудования,  $C_m = 233050$  руб.;

$$C_p = 184487 + 233050 = 417537 \text{ руб.}$$

					13.03.02.2018.209.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48



Прибыль принимается в размере 20 %, НДС в размере 18 % от стоимости машины.

Рыночная стоимость КМУ С-25  $C_p$ , руб.

$$C_p = 1,2 \cdot 1,18 \cdot C_{п},$$

$$C_p = 1,2 \cdot 1,18 \cdot 417537 = 591232 \text{ руб.}$$

Условный экономический эффект определяется как разность стоимостей аналогичного вида оборудования. КМУ С-25 имеет подобные технические характеристики с КМУ «РК 3400 Performance». Рыночная стоимость данной машины составляет 875 тыс. рублей.

Условный экономический эффект  $\mathcal{E}$ , руб.

$$\mathcal{E} = C_a - C_p,$$

где  $C_a$  – рыночная стоимость машины с аналогичными характеристиками, руб.

$$\mathcal{E} = 875000 - 591232 = 283768 \text{ руб.}$$

Рентабельность проекта,  $Re_{пр}$ , %.

$$Re_{пр} = \frac{P_{расч} + \mathcal{E}}{C_{п}} \cdot 100\%$$

где  $\mathcal{E}$  – условный экономический эффект,  $\mathcal{E} = 283768$ руб.;

$C_{п}$  – полная себестоимость КМУ С-25  $C_{п} = 417537$  руб.;

$P_{расч}$  – расчетная прибыль, принимается в размере 20 %.

$$P_{расч} = 0,2 \cdot C_{п},$$

					13.03.02.2018.209.00.00 ПЗ ВКР	Лист
						49
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$P_{\text{расч}} = 0,2 \cdot 417537 = 83507 \text{ руб.}$$

$$Re_{\text{пр}} = \frac{83507 + 283768}{417537} \cdot 100\% = 88\%.$$

Целесообразность применения машины КМУ С-25 заключается в ее повышенной безопасности. Управление, полным циклом работы, машинистом осуществляется дистанционно. При применении логического контроллера повышается быстродействие и плавность работы, при относительно не большой цене по отношению к другим КМУ зарубежных фирм.

					13.03.02.2018.209.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50

## 9 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

### 9.1 Описание рассматриваемого производственного участка

На фоне внедрения и усовершенствования новой техники, которая характеризуется производительностью и другими основными характеристиками, создание безопасных условий труда, обеспечивающих оптимальные санитарно-гигиенические условия и исключающие травматизм и профессиональные заболевания, является высшей государственной задачей.

Данные проблемы нашли свое отражение в Конституции РФ. Так же существует трудовое законодательство, регламентирующее продолжительность трудового дня, взаимоотношения между трудящимися и администрацией предприятий.

Кроме конституционного и трудового закона законодательными документами в области охраны труда являются государственные стандарты, нормы и правила, в которых содержатся конкретные требования по безопасности труда.

Закон об охране труда направлен на обеспечения права работника на охрану труда, устанавливает основные принципы национальной политики в этой области в целях предупреждения несчастных случаев и повреждения здоровья на производстве, сведение к минимуму опасных производственных факторов, распространяется на все виды хозяйственной деятельности и предприятий независимо от форм собственности.

Охрана труда представляет собой действующую на основании соответствующих законодательных и иных нормативных актов систему социально-экономических, организационных, технических, санитарно-гигиенических и лечебно-профилактических мероприятий и средств, обеспечивающих безопасность человека в процессе труда.

Все работники, состоящие в трудовых отношениях с предприятиями, учреждениями различных форм собственности имеют право на охрану труда.

КМУ на базе автомобиля Урал-4320 с выносным пультом управления предназначена для производства погрузо-разгрузочных, строительно-монтажных работ на безопасном расстоянии до 12 м. Иные операции, как-то: толкание или забивание объектов, крепление грузов на стреле в не предназначенных для этого местах, волочение груза по земле и другие подобные операции строго запрещены.

КМУ может эксплуатироваться при температуре от - 40 до +50 градусов Цельсия и при скорости ветра не более 9 м/с. (Климатическое исполнение – У, категория размещения 1 по ГОСТ 15150-69; 1-3 ветровой район России в соответствии с ГОСТ 1451-77). А также должен обеспечивать работоспособность:

- при относительной влажности 100% при температуре плюс 35°C;
- при запыленности воздуха до  $5 \pm 2$  г/м<sup>3</sup>;
- при плотности потока солнечного излучения 1120 Вт/м<sup>2</sup>;
- при атмосферных выпадающих осадках (дождь) 15 мм/мин;

					13.03.02.2018.209.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

- при атмосферных конденсированных осадках (иней, роса);
- при пониженном атмосферном давлении 450 мм.рт.ст;
- при воздействии по ГОСТ РВ 20.39.305 специальных факторов 0,1 хШи;

- при воздействии синусоидальной вибрации: диапазон частот (20-500) Гц, амплитуда ускорения 19,6 м/с<sup>2</sup> (2g);

- при воздействии механического удара многократного действия: пиковое ударное ускорение 98 м/с<sup>2</sup> (10g) - 147 м/с<sup>2</sup> (15g), длительность действия ударного ускорения (5-20) мс;

- после воздействия горючих и смазочных материалов (масла ТСЗп-8 ТУ 38.1011280-89, смазки Литол-24 ГОСТ 21150-87, ЦИАТИН-221 ГОСТ 9433-80, специальные жидкости МГЕ-10А ТУ 38.401-58-337-2003, вспомогательные жидкости Нефрас-С50/170 ГОСТ 8505-80, УАЙТ-спирт ГОСТ 3134-78, Спирт-этиловый ГОСТ Р 55878-2013, керосин для технических целей ТУ 38.401-58-8;

- после воздействия рабочих растворов, дегазирующих и дезактивирующих рецептов.

Уклон площадки - не более 3 град. Допустимый наклон крана-манипулятора при максимальном грузовом моменте - 5 град.

Следует учесть, что работы могут производиться как днем так ночью.

## 9.2 Анализ вредных и опасных факторов на автотранспортном предприятии

Температура окружающей среды (в условиях крайнего севера), достигает отметки -50°С. Длительное нахождение человека

в условия пониженных температур влечёт опасность простудных заболеваний и обморожения мягких тканей, пневмонии и смерти.

К светотехническим вредным и опасным факторам относятся недостаточная освещенность рабочего участка, влекущая за собой утомление глаз, ухудшение зрения.

К бароакустическим вредным и опасным факторам относится шум при работе машины. В неисправной машине он может превышать допустимый порог в 72 дБ, что в следствии может привести к поражению органов слуха, а также негативно сказаться на физическом и нервном состоянии работника.

Также к электромагнитным вредным и опасным факторам относится наличие повышенного напряжения в электрической цепи переменного тока. При соприкосновении человека с токоведущими частями возникает поражение человека или его частей тела электрическим током. Поражение электрическим током может привести к возникновению ожогов, потере сознания и даже к смертельному исходу.

К механическим вредным и опасным факторам относится наличие открытых вращающихся частей машины. Неправильное обслуживание КМУ при работе может привести к удару стрелой, опрокидыванию КМУ, падению

					13.03.02.2018.209.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

груза, что в следствии приведет к повреждению оператора различной тяжести и даже смерти.

К химическим вредным и опасным факторам относится наличие горючих, взрывоопасных и легковоспламеняющихся веществ, которые влекут за собой опасность возникновения воспламенения нефтепродуктов при возникновении внештатной ситуации.

### 9.3 Выбор нормативных значений факторов рабочей среды и трудового процесса

В рабочей среде наблюдается различная влажность воздуха. Повышенная влажность воздуха создает неблагоприятные метеорологические условия, происходит нарушение терморегуляции и перегревание организма, уменьшается испарение пота, а, следовательно, уменьшается и отдача тепла организмом человека. Низкая же относительная влажность воздуха способствует испарению пота, в результате чего происходит быстрая отдача тепла организмом.

#### 9.3.2 Освещение

В поле зрения должна отсутствовать прямая и отражённая блёскость, то есть повышенная яркость светящихся поверхностей, вызывающая нарушения зрительных функций (ослеплённость).

Величина освещённости должна быть постоянной во времени. Колебания освещённости, вызванные резким изменением напряжения в сети, имеют большую амплитуду, каждый раз вызывая переадаптацию глаза, приводят к значительному утомлению. Пульсация освещённости связана также с особенностью работы газоразрядных ламп.

Все элементы осветительных установок – светильники, групповые щитки, понижающие трансформаторы, осветительные сети должны быть достаточно долговечными, электробезопасными, а также не должны быть причиной возникновения пожара или взрыва.

#### 9.3.3 Промышленная пыль

При работе в запылённой среде или помещении иногда наблюдаются случаи поражения органов зрения пылью, которое приводит к оболочек конъюнктивиту. Попавшая в глаза металлическая пыль может вызвать травму глаз, а абразивная пыль приводит к помутнению роговицы.

Токсические пыли (хромовая, свинцовая, марганцевая и др.) даже в относительно небольшом количестве, попадая в органы пищеварения, вызывают интоксикацию (отравление). Нетоксические пыли не вызывают какого-либо неблагоприятного действия

#### 9.3.4 Промышленные яды

Все токсические вещества по биологическому действию их на организм человека условно делят на пять групп: вещества, вызывающие прижигающие действия; вещества, действующие на органы дыхания; вещества, действующи-

					13.03.02.2018.209.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

щие на кровь; вещества, действующие на нервную систему; ферментные и обменные (протоплазматические) яды.

Отравления, вызванные действием токсических веществ, могут быть острые и хронические. Острые отравления возникают при внезапном поступлении в организм больших доз токсического вещества. Хронические отравления развиваются постепенно вследствие длительного воздействия токсических веществ малых концентраций.

#### 9.3.5 Шум, звук и вибрация

Различают общую и локальную вибрации. Общая вибрация вызывает сотрясение всего организма, местная вовлекает в колебательные движения отдельные части тела. Общая вибрация с частотой 0,7 Гц (качка) хотя и неприятна, но не приводит к вибрационной болезни.

#### 9.4 Охрана труда

9.4.1 Охрана труда включает в себя технику безопасности, производственную, санитарную, пожарную безопасность и наглядную агитацию.

Оператор крано - манипулятора имеет права по охране труда:

- на рабочее место, защищённое от воздействия вредных или опасных производственных факторов, которые могут вызвать производственную травму, профессиональное заболевание или снижение работоспособности;

- на возмещение вреда, причиненного ему увечьем, профессиональным заболеванием либо иным повреждением здоровья, связанными с исполнением им трудовых обязанностей;

- на получение достоверной информации от работодателей или государственных и общественных органов о состоянии условий и охраны труда на рабочем месте работника, о существующем риске повреждения здоровья, а также о принятых мерах по его защите от воздействия вредных или опасных производственных факторов;

- на обеспечение средствами коллективной и индивидуальной защиты в соответствии с требованиями законодательных и иных нормативных актов об охране труда за счет средств работодателя; [5]

#### 9.4.2 Меры борьбы с пылью в производственной среде

Для устранения образования пыли в производственной среде уборку в следует выполнять при помощи пылесоса. В механическом отделении заточные станки должны быть оборудованы местными отсосами.

При выполнении работ в условиях значительной запылённости, рабочие должны быть обеспечены индивидуальными защитными средствами.

#### 9.4.3 Мероприятия по борьбе с шумом и вибрацией.

Наибольший эффект достигается заменой шумных работ менее шумными. Пневматическая клепка рам и других деталей должна быть заменена гидравлической клепкой или сваркой, ковка и штамповка—прессованием,

					13.03.02.2018.209.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

правка металлических листов—вальцовкой, а если такая замена невозможна, следует применять звукоизолирующие и звукопоглощающие устройства.

При работе на автомобилях сиденья для водителей нужно устанавливать на различных эластичных прокладках, подушках и пружинах.

Индивидуальные средства защиты от шума применяют тогда, когда указанные выше средства оказываются неэффективными, а рабочему приходится длительное время работать или находиться в шумной среде. К индивидуальным средствам защиты от шума относятся: гигроскопическая вата, увлажненная глицерином или просчитанная парафином; резиновые подушки грушевидной формы, наполненные ватой; губка в виде шариков на эбонитовом стержне.

Санитарными нормами установлено, что рабочие, подвергающиеся воздействию шума и механических колебаний, должны проходить периодические медицинские осмотры один раз в год. Лица, страдающие сердечно-сосудистыми заболеваниями, активной формой туберкулеза, язвенной болезнью, вегетативно-эндокринными расстройствами, функциональными нарушениями периферической и центральной нервной системы, психическими заболеваниями, заболеваниями опорно-двигательного аппарата, болезнями среднего и внутреннего уха, хроническими заболеваниями печени, на работу в шумные цехи и на автомобили не допускаются.

#### 9.5 Производственная санитария

Производственная санитария - это система организационных мероприятий и технических средств, предотвращающих или уменьшающих воздействие на работающих вредных производственных факторов.

Работник должен соблюдать правила личной гигиены. Перед приёмом пищи и курением необходимо мыть руки с мылом. Для питья пользоваться водой из специально предназначенных для этих целей устройств.

Все лица, работающие на участке, обязаны пройти инструктаж по технике безопасности при техническом обслуживании автомобилей и установленных на них кранов - манипуляторов.

Для работников предприятия предусматриваются санитарно-бытовые помещения. Обязательным условием является наличие гардеробных, оборудованных вешалками или шкафами, душевых и уборных. Число душевых, туалетов, гардеробов. В рабочих помещениях предусматриваются источники питьевой воды, места для курения. Приём пищи должен осуществляться в специально отведённых для этого помещениях.

#### 9.6 Эргономика и производственная эстетика

Внешняя среда, окружающая человека на производстве, влияет на организм человека, на его физиологические функции, психику, производительность труда.

Эргономика изучает систему «человек – орудие труда - производственная среда» и ставит своей задачей разработать рекомендации по ее оптимиза-

					13.03.02.2018.209.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

ции. Оптимизация этого процесса предполагает поставить человека наиболее благоприятные условия при выполнении функциональных задач. Эргономика использует рекомендации таких наук, как биология, психология, физиология, гигиена труда, химия, физика, математика и др. Роль эргономики с каждым годом возрастает, особенно в период внедрения механизации и автоматизации технологических процессов.

В нашем случае оператору приходится, иметь дело с пультом управления, на котором установлены 3 сигнальных светодиода два зелёных и один красный. Красный отвечает за неисправность, и окрашен в «агрессивный» цвет, для привлечения внимания. Зелёный цвет является более «спокойным» и не вызывает тревожных мыслей.

#### 9.7 Пожаробезопасность

Ремонт и обслуживание блока управления и крано – манипулятора происходит в большей степени в отделение обслуживания автомобилей. В помещениях для технического обслуживания и ремонта автомобилей не разрешается: курить; пользоваться открытым огнем; выполнять ремонт автомобилей с баками, заполненными топливом; хранить топливо и керосин в количествах, превышающих сменную потребность; хранить порожнюю тару из-под топлива и смазочных материалов.

Помимо указанных мероприятий, в этих помещениях необходимо соблюдать следующие противопожарные меры: проводить тщательную уборку после окончания работ каждой смены; разлитое масло и топливо убирать при помощи песка; собирать использованные обтирочные материалы, складывать их в металлические ящики с крышками и после окончания смены выносить в отведенное и безопасное в пожарном отношении место, организовать хранение масел и отработавшей смазки в подземных цистернах или в подвальных помещениях.

#### 9.8 Экологическая безопасность

Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу:

Фильтрация газов из выхлопной трубы, автомобиля на котором установлен кран - манипулятор.

Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу:

Применение очистных сооружений на предприятии, слив отработанного масла в специальные ёмкости.

Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу:

Сбор и складирование отходов осуществляется в специальные закрытые контейнеры, бочки, установленные в специально отведенных местах. Использованная одежда применяется как вторичное сырье при производстве ветоши. Персональная ответственность за охрану окружающей среды.

#### 9.9 Обеспечение безопасности при угрозе чрезвычайных ситуаций

					13.03.02.2018.209.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56



Разрабатываемый блок управления, который будет находиться в КМУ С-25 может работать в различных условиях, однако не во всех.

В грозу работать очень опасно, т.к. разряд молнии может попасть в стрелу.

При сильном ветре, наводнении и землетрясениях, т.к. на манипуляторе не установлены опоры, позволяющие устойчиво находится на земле.

Не допускается работать при температуре – 40 градусов, т.к. будет замерзать рабочая жидкость и обледенение контактов.

В разделе «Безопасность жизнедеятельности» приведена характеристика производственной среды в которой осуществляется работа блока управления на КМУ С-25, перечислены технологические операции. В качестве опасных и вредных производственных факторов выбраны следующие: микроклимат, промышленная пыль, промышленные яды, вибрация и шум. Разработан комплекс организационно-технических мероприятий для снижения этих вредных производственных факторов.

Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности. Проведена разработка средств, методов и мер обеспечения пожарной безопасности. Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности на участке по ремонту топливной аппаратуры. Были разработаны мероприятия по обеспечению экологической безопасности на техническом объекте.

					13.03.02.2018.209.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		57

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной выпускной квалификационной работе был рассмотрен один из вариантов разработки блока управления движением подъёма КМУ С-25.

Было осуществлено сравнение отечественных и зарубежных аксиально-поршневых насосов. Был выбран отечественный насос, он оказался лучшим в своей категории и цена-качество. Была разработана гидравлическая схема, позволяющая рассмотреть работу всей гидросистемы механизма подъёма. Разработана структурная и принципиальная для демонстрации работы всех электрической системы и блока в целом.

Для плавной и быстрой работы все электро-гидросистемы, в блок внедряется программируемый логический контроллер. Настраиваемый с помощью программы PLUS +1 GUIDE.

Был проведён расчёт механизма подъёма, в программном комплексе Visiit была создана математическая модель крана-манипулятора, для построения всех графиков и зависимостей. Был создан электромеханический проект в программном комплексе AutoCAD Electrical и Autodesk Inventor. Разработана модель пульта управления.

Разработка блока управления заключается в том, чтобы обеспечить плавную и быструю работу гидросистемы. Также благодаря пульту управления, который находится на расстоянии около 12 м, повышается безопасность. Оператору крано-манипулятора не придётся стоять вплотную к машине и находиться вблизи груза, также повышается дальность обзора оператора.

					13.03.02.2018.209.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		58

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Башта Т. М. Объёмные насосы и гидравлические приводы систем – М.: «Машиностроение», 1974 – 607 с
- 2 Васильченко В.А. Гидравлическое оборудование мобильных машин. – М.: Машиностроение, 1988 – 300с
- 3 Каталог-справочник «Гидравлический привод строительных, дорожных и коммунальных машин». Том 1 книги 1,2 М.: АО «Машмир» и ЗАО «Гидрокомплект», 1997
- 4 Руководство пользователя AutoCAD Electrical //help.autodesk.com/view
- 5 Охрана труда //studbooks.net/664362/tovarovedenie/ohrana\_truda
- 6 АО «Златмаш» официальный сайт //zlatmash.ru
- 7 Руководство пользователя AutoCAD inventor//inventor.autocad-lessons.ru/menu
- 8 Сведения о заработной плате рабочих //www.consultant.ru/document/cons\_doc\_LAW\_218985

					13.03.02.2018.209.00.00 ПЗ ВКР	Лист
						59
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		