

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

Институт электронного обучения  
Направление подготовки 13.03.02 - Электроэнергетика и электротехника (бакалавриат)  
Кафедра электропривода и электрооборудования

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы
<b>Электропривод механизма передвижения крана</b>

УДК 62-83-583:621.873-83

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5Г10	Гуменный Ефим Васильевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Гнеушев Виталий Викторович			

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Мелик-Гайказян Мария Вигеновна	Кандидат экономических наук, доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Романцов Игорь Иванович	Кандидат технических наук		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Дементьев Юрий Николаевич	Кандидат технических наук, доцент		

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

Институт электронного обучения

Направление подготовки – Электроэнергетика и электротехника

Кафедра – Электропривода и электрооборудования

---

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_ Ю.Н. Дементьев  
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ**

**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
3-5Г10	Гуменному Ефиму Васильевичу

Тема работы:

**Электропривод механизма передвижения крана**

Утверждена приказом директора (дата, номер)

№ –2533/С от 01.04.2016 г..

Срок сдачи студентом выполненной работы:

01.06.2016г.

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

**Исходные данные к работе**

*(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).*

Кран мостовой опорный грузоподъемностью 10 т., режим работы – циклический.

Требования к механизму подъема: диапазон регулирования  $D=1:100$ , при плавном регулировании скорости в момент пуска и торможения.

<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b></p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>Обзор и современное состояние электрооборудования мостовых кранов, постановка задачи; выбор оборудования и расчет системы управления электропривода механизма передвижения; выбор оборудования и расчет системы управления электропривода механизма передвижения; исследование работы мостового крана с помощью имитационной модели.</p>
<p><b>Перечень графического материала</b></p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Структурная схема электропривода передвижения мостового крана Графики переходных процессов подъема</p>
<p><b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b></p>	
<p><b>Раздел</b></p>	<p><b>Консультант</b></p>
<p>«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»</p>	<p>Мелик-Гайказян Мария Вигеновна</p>
<p>«Социальная ответственность»</p>	<p>Романцов Игорь Иванович</p>
<p><b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b></p>	
<p>Реферат</p>	

<p><b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b></p>	<p>11.04.2016г.</p>
--	---------------------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст.преподаватель	Гнеушев Виталий Викторович			

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5Г10	Гуменный Ефим Васильевич		

## Реферат

Выпускная квалификационная работа 80 с., 22 рис., 18 табл., 12 источников, 1 приложение.

Ключевые слова: мостовой кран, система ПЧ-АД.

Объектом исследования является кран мостовой

Цель работы – исследование механизма передвижения мостового крана с использованием частотно-регулируемого асинхронного электропривода

В процессе исследования проводились исследования с помощью программы Matlab Simulink

Область применения машиностроение.

Выпускная квалификационная работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 2010). Также при работе использовались программы Matlab Simulink, Microsoft Visio 2010 и MathCAD.

## **Введение**

Из всего многообразия общепромышленных механизмов, работающих на металлургических предприятиях, можно выделить группу, для которой особенно остро стоит проблема чрезмерно высокого уровня динамических нагрузок. В такую группу оборудования промышленных предприятий в первую очередь входят подъемно-транспортные механизмы: мостовые и козловые краны, крановые перегружатели, транспортеры, конвейеры, питатели и т.д. Среди этих механизмов в наиболее тяжелых условиях и интенсивных режимах работают мостовые краны. Многочисленными исследованиями установлено, что упругие механические колебания в подавляющем большинстве случаев отрицательно влияют на работу электропривода, вызывая повышение динамических нагрузок, снижение точности работы механизма, появление механических вибраций и опасных резонансных явлений. Возникающий при этом чрезмерно высокий уровень динамических нагрузок, особенно при пусках, реверсах и торможениях ведет к преждевременному выходу из строя элементов механизмов кранов и подкрановых конструкций.

При исследованиях, посвященных проблеме снижения динамических нагрузок было установлено, что самым эффективным способом снижения динамических нагрузок, а, следовательно, повышения долговечности механизмов передвижения кранов и подкрановых конструкций является модернизация существующих схем электроприводов и внедрение новых, которые обеспечивают снижение разницы в скоростях передвижения опор крана.

В связи с тем, что главную роль в создании условий высокой производительности подъемно-транспортного оборудования отводится электроприводу, то с учетом сложной специфики работы такого оборудования необходимо отдавать предпочтение простым и высоконадежным системам электроприводов.

# **1 Обзор и современное состояние электрооборудования мостовых кранов, постановка задачи**

## **1.1 Краткая техническая характеристика мостового крана**

Кранами называются грузоподъемные устройства, циклического действия, служащие для вертикального и горизонтального перемещения грузов на большие расстояния. По особенностям конструкций, связанным с назначением и условиями работы, краны разделяются на мостовые, порталные, козловые, башенные и др. В цехах предприятий электромашиностроения наибольшее распространение получили мостовые краны, с помощью которых производится подъем и опускание тяжелых заготовок, деталей и узлов машин, а также их перемещение вдоль и поперек цеха. Вид мостового крана в основном определяется спецификой цеха и его технологией, однако многие узлы кранового оборудования, например механизмы подъема и передвижения, выполняются однотипными для различных разновидностей кранов.

На электрических кранах устанавливают электродвигатели, пусковые и регулировочные сопротивления, тормозные электромагниты, контроллеры, защитную, пускорегулирующую, сигнальную, блокировочную и осветительную аппаратуру, конечные выключатели, токосъемники. Питание на кран подается или через троллейные проводники, неподвижно закрепленные на строительных конструкциях, и токосъемники, закрепленные на кране, или при помощи гибкого шлангового кабеля. Электродвигатели, аппараты и электропроводку кранов монтируют в исполнении, соответствующем условиям окружающей среды [1].

В зависимости от вида транспортируемых грузов на мостовых кранах используют различные грузозахватывающие устройства: крюки, магниты, рейферы, клещи и т.п. В связи с этим различают краны крюковые, магнитные, рейферные, клещевые и т.п. Наибольшее распространение получили краны с крюковой подвеской или с подъемным электромагнитом, служащим для

транспортировки стальных листов, стружки и других ферромагнитных материалов.

Мостовые краны в зависимости от назначения и характера выполняемой работы снабжают различными грузозахватными приспособлениями: крюками, грейферами, специальными захватами и т.п. Мостовой кран весьма удобен для использования, так как благодаря перемещению по крановым путям, расположенных в верхней части цеха, он не занимает полезной площади.

Электропривод большинства грузоподъемных машин характеризуется повторно - кратковременном режимом работы при большей частоте включения, широком диапазоне регулирования скорости и постоянно возникающих значительных перегрузках при разгоне и торможении механизмов. Особые условия использования электропривода в грузоподъемных машинах явились основой для создания специальных серий электрических двигателей и аппаратов кранового исполнения. В настоящее время крановое электрооборудование имеет в своём составе серии крановых электродвигателей переменного и постоянного тока, серии силовых и магнитных контроллеров, командоконтроллеров, кнопочных постов, конечных выключателей, тормозных электромагнитов и электрогидравлических толкателей, пускотормозных резисторов и ряд других аппаратов, комплектующих разные крановые электроприводы.

В настоящее время грузоподъемные машины выпускаются большим числом заводов. Эти машины используются во многих отраслях народного хозяйства в металлургии, строительстве, при добыче полезных ископаемых, машиностроении, транспорте, и в других отраслях.

Развитие машиностроения, занимающиеся производством грузоподъемных машин, является важным направлением развития народного хозяйства страны.

Мостовые краны состоят из несущих элементов, непосредственно опирающихся на крановый путь, и моста, перемещающегося по уложенным на стенах или внешних эстакадах рельсам (рисунок 1.1). Пути укладываются на

подкрановые балки, опирающиеся на выступы верхней части колонны цеха. Механизм передвижения крана установлен на мосту крана. Управление всеми механизмами происходит из кабины, прикрепленной к мосту крана. Питание электродвигателей осуществляется по цеховым троллеям. Для подвода электроэнергии применяют токосъемы скользящего типа, прикрепленные к металлоконструкции крана. В современных конструкциях мостовых кранов токопровод осуществляется с помощью гибкого кабеля. Привод ходовых колес осуществляется от электродвигателя через редуктор и трансмиссионный вал.

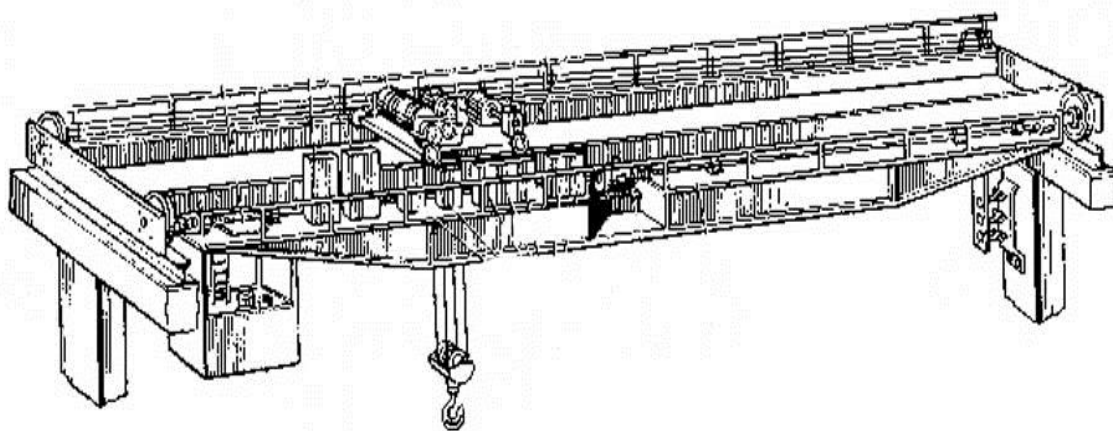


Рисунок 1 – Общий вид мостового крана

Любой современный грузоподъемный кран в соответствии с требованиями безопасности, может иметь для каждого рабочего движения в трех плоскостях, следующие самостоятельные механизмы: механизм подъема - опускания груза, механизм передвижения крана в горизонтальной плоскости и механизмы обслуживания зоны работы крана (передвижения тележки).

Грузоподъемные машины изготавливают для различных условий использования: по степени загрузки, времени работы, интенсивности ведения операций, степени ответственности грузоподъемных операций и климатических факторов эксплуатации.

Кинематическая схема механизма передвижения крана представлена на рисунке 2.



Тележка имеет приводные ходовые колеса 1, редуктор 2, электродвигатель 3 и тормоз 4.

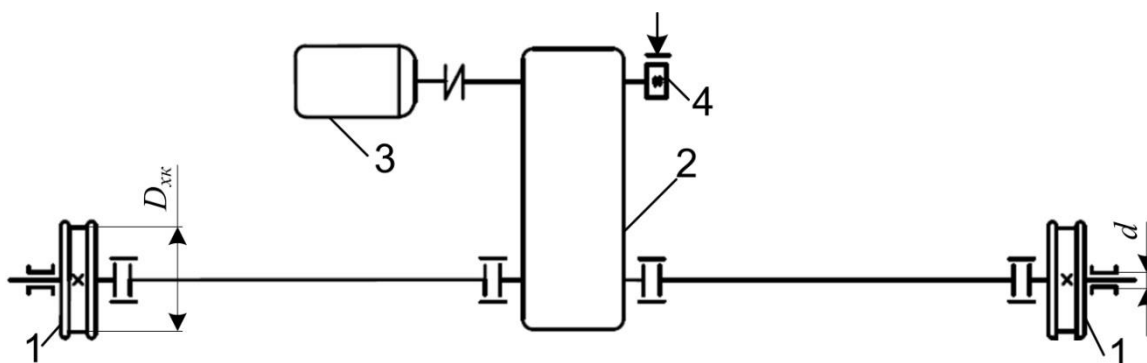


Рисунок 2 – Кинематическая схема механизма передвижения тележки мостового крана

Механизм передвижения тележки выполнен с центральным приводом, состоит из электродвигателя соединенного с редуктором муфтой. Выходной вал редуктора при помощи муфт и промежуточных валов соединен с валами приводных колес [3].

## 1.2 Условия работы и требования, предъявляемые к электроприводу мостового крана

Повышенная опасность работ при транспортировке поднятых грузов требует при проектировании и эксплуатации соблюдение обязательных правил по устройству и эксплуатации подъемно-транспортных машин. На механизмах подъема и передвижения правилами по устройству и эксплуатации предусмотрена установка ограничителей хода, которые воздействуют на электрическую схему управления. Конечные выключатели механизма подъема ограничивают ход грузозахватывающего приспособления вверх, а выключатели механизмов передвижения моста и тележки ограничивают ход механизмов в обе стороны. Предусматривается также установка конечных выключателей, предотвращающих наезд механизмов в случае работы двух и более кранов на одном мосту. Исключение составляют установки со скоростью движения до 30 м/мин. Крановые механизмы должны быть снабжены тормозами закрытого типа, действующими при снятии напряжения [4].

На крановых установках допускается применять рабочее напряжение до 500 В, поэтому крановые механизмы снабжают электрооборудованием на напряжения 220, 380, 500 В переменного тока и 220, 440 В постоянного тока. В схеме управления предусматривают максимальную защиту, отключающую двигатель при перегрузке и коротком замыкании. Нулевая защита исключает самозапуск двигателей при подаче напряжения после перерыва в электроснабжении. Для безопасного обслуживания электрооборудования, находящегося на ферме моста, устанавливают, блокировочные контакты на люке и двери кабины. При открывании люка или двери напряжение с электрооборудования снимается [5], [6].

Для качественного выполнения подъема, спуска и перемещения грузов электропривод крановых механизмов должен удовлетворять следующим основным требованиям:

- регулирование угловой скорости двигателя в сравнительно широких пределах в связи с тем, что тяжелые грузы целесообразно перемещать с меньшей скоростью, а пустой крюк или ненагруженную тележку – с большей скоростью для увеличения производительности крана. Пониженные скорости необходимы также для осуществления точной остановки транспортируемых грузов с целью ограничения ударов при их посадке и облегчают работу оператора. Обеспечение необходимой жесткости механических характеристик привода, с тем чтобы низкие скорости почти не зависели от груза;

- ограничение ускорений до допустимых пределов при минимальной длительности переходных процессов. Первое условие связано с ослаблением ударов в механических передачах при выборе зазора, с предотвращением пробуксовки ходовых колес тележек и мостов, с уменьшением раскачивания подвешенного на канатах груза при интенсивном разгоне и резком торможении механизмов передвижения; второе условие необходимо для обеспечения высокой производительности крана;

- реверсирование электропривода и обеспечение его работы, как в двигательном режиме, так и в тормозном режиме.

### 1.3 Современные крановые электроприводы, обоснование и выбор

Основное назначение электропривода крана - регулирование скорости механизмов подъема и передвижения в некотором диапазоне. В первую очередь, тип электропривода зависит от физических принципов регулирования скорости конкретных видов двигателей.

На практике чаще всего применяются следующие двигатели:

- электродвигатели постоянного тока;
- асинхронные электродвигатели с фазным ротором;
- асинхронные электродвигатели с короткозамкнутым ротором.

В таблице 1 приведены достоинства и недостатки электродвигателей, используемых на кранах.

Таблица 1 – Сравнение двигателей, используемых на кранах

	Достоинства	Недостатки
Двигатели постоянного тока	<ul style="list-style-type: none"><li>– простота устройства и принципов управления;</li><li>– практически линейные механические и регулировочные характеристики;</li><li>– большой пусковой момент.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>– дороговизна изготовления;</li><li>– износ и необходимость профилактического обслуживания коллекторно-щёточных узлов;</li><li>– необходимо дополнительно устанавливать в цеху выпрямители трехфазного напряжения.</li></ul>
Асинхронные электродвигатели с фазным ротором	<ul style="list-style-type: none"><li>– большой начальный вращающий момент;</li><li>– приблизительно постоянная скоростью при различных перегрузках;</li><li>– меньший пусковой ток по сравнению с электродвигателями с короткозамкнутым ротором</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>– большие габариты;</li><li>– дороговизна изготовления;</li><li>– износ и необходимость профилактического обслуживания коллекторно-щёточных узлов.</li></ul>
Асинхронные электродвигатели с короткозамкнутым ротором	<ul style="list-style-type: none"><li>– относительная дешевизна;</li><li>– отсутствие коллекторно-щёточных узлов;</li><li>– легкость конструкции и простота ее изготовления;</li><li>– высокий КПД и <math>\cos \varphi</math> по сравнению с двигателями с фазным ротором.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>– большой пусковой ток (до 5-7 <math>I_n</math>);</li><li>– сложное техническое оборудование для регулирования скорости вращения.</li></ul>

Двигатели постоянного тока получили широкое распространение на тяжелых металлургических производствах, в т.ч. на литейных кранах. В настоящее время, новые краны с двигателями постоянного тока практически не изготавливаются.

Асинхронные электродвигатели с фазным ротором получили наибольшее распространение на кранах в советское время и популярны в наши дни. Двигатели данного типа применяются как для реконструкции, так и для новых грузоподъемных кранов.

Существует множество разновидностей систем управления для двигателей с фазным ротором. Изменение скорости и момента таких двигателей достигается путем включения в цепь ротора дополнительных электрических устройств. В зависимости от требований к диапазону регулирования скорости могут применяться:

- реостатные системы;
- дроссельные системы без регулирования скорости;
- дроссельные системы с тиристорными регуляторами.

В качестве коммутационного оборудования в цепях статора и ротора могут применяться:

- силовые контакторы, пускатели, реверсоры (и другие механические устройства коммутации);
- тиристоры (тиристорные ключи);
- IGBT-транзисторы;
- гибридные системы.

На сегодняшний день такая система управления морально устарела и на фоне современных микропроцессорных систем управления мостовыми кранами зарубежных производителей с частотным регулированием отличается повышенным энергопотреблением. Явным недостатком такой системы является такое явление, как «избыточный динамический момент», который возникает в момент пуска электродвигателя. Это явление порождает ударные нагрузки, приводит к преждевременному износу элементов, появлению люфтов в

трансмиссии приводов, снижению точности позиционирования, повышенной утомляемости операторов и, как следствие, ухудшение качества выполняемых грузоподъёмным механизмом работ.

Текущие и капитальные ремонты дадут эффект только на несколько месяцев, а дальше снова «разбитые» элементы трансмиссии. Это явление обусловлено спецификой подбора первой ступени резисторов. В релейно-контакторных системах управления со ступенчатым регулированием скорости «избыточного динамического момента» никак не избежать – это технологическая особенность такого привода, она заключается в том, что первая пусковая ступень резисторов подбирается таким образом, чтобы пусковой момент асинхронного двигателя с фазным ротором был равен критическому моменту для устойчивости от «опрокидывания». То есть при пуске двигатель практически мгновенно развивает максимально-возможный момент, что порождает ударные нагрузки, именуемые «динамическим моментом». При проектировании и изготовлении грузоподъёмного оборудования мощность электродвигателей в 2-3 раза превышала фактические требования механизма.

Асинхронные электродвигатели с короткозамкнутым ротором мало применялись на кранах в советское время в силу технологической сложности регулирования скорости. Использование ограничивалось легкими тельферными подъемниками, кран-балками и прочими одно-, двухскоростными тихоходными механизмами. В остальных случаях заменить двигатели постоянного тока либо двигатели с фазным ротором в то время они не могли. Ситуация изменилась лишь с широким распространением и удешевлением преобразователей частоты.

Снижение цен на полупроводниковые приборы в конце 90-ых годов подтолкнуло краностроителей к переходу к современным системам управления. Начиная с 2000 года в СНГ на новых кранах стали всё чаще применяться системы на базе преобразователей частоты. Преобразователи частоты позволяют плавно изменять величину напряжения и частоту на клеммах двигателя, благодаря чему становится возможным управлять скоростью

вращения двигателя, сохраняя номинальный момент во всем диапазоне регулирования.

Использование асинхронного двигателя на базе преобразователя частоты обеспечит:

- абсолютный контроль и безударное регулирование скорости, ускорения и момента при любой массе груза (в пределах допускаемой);

- плавный разгон и торможение всех механизмов крана с заданным ускорением, что обеспечивает плавное нарастание моментов и усилий во всех узлах и механизмах крана;

- регулирование скорости АД с помощью преобразователей частоты дает экономию электроэнергии до 20 %, электроприводы работают с  $\cos\varphi$  близким к 1;

- программируемый логический контроллер, использованный в системе кранового электропривода, и имеющий связь по сети с ПЧ, позволяет решить задачи диагностики, статистического сбора и обработки всех сигналов и нагрузок;

- тормозные колодки не требуют частой замены, а тормоза – постоянной регулировки, поскольку управляемое торможение осуществляют ПЧ, а тормоза служат лишь для удержания после полной остановки механизма;

- ограничение моментов как статических, так и динамических;

- устранение перекосов и раскачивания грузов;

- защита электродвигателей (максимально-токовая, время-токовая, тепловая и др.);

- улучшение условий работы оператора крана за счет применения современной аппаратуры управления;

- сокращение количества релейно-контакторной аппаратуры позволяет повысить надежность работы электрооборудования и уменьшить трудозатраты на профилактическое обслуживание;

- уменьшение динамических нагрузок на механизмы крана и увеличение сроков службы оборудования.

## 1.4 Противораскачивание груза

Каждое движение крана с подвешенным грузом приводит к его колебаниям, поэтому оператор крана должен постоянно корректировать свои действия с учетом этого раскачивания. Опытный и внимательный оператор может достаточно быстро уменьшить колебания груза путем принятия соответствующих контрмер. Если же оператор не обладает большим опытом управления краном или оператор потерял внимание по причине утомления, то даже самые простые операции могут привести к огромной потере времени или к возникновению рисков коллизий и/или аварийных ситуаций.

Системы уменьшения колебаний груза (системы противораскачивания), снимают с оператора задачи по уменьшению раскачивания груза, как следствие он может сосредоточиться на управлении краном, сконцентрироваться на подъеме груза, его перемещении, позиционировании и опускании в нужную точку.

Системы противораскачивания служат для уменьшения колебаний груза, вызванных ускорениями механизмов в процессе эксплуатации крана. Успокоение достигается за счет точного воздействия на процессы разгона и торможения. Такие системы могут применяться как в составе систем управления для новых кранов, так и в качестве дополнения к уже существующим системам управления. Уменьшение колебаний позволяет снизить риск возникновения коллизий и аварийных ситуаций в сочетании с одновременной быстротой и точностью позиционирования груза. Система противораскачивания позволяет уменьшить колебания при перемещении моста, тележки и поворота крана одновременно.

Существует два основных вида электронных систем противораскачивания: системы с прямой обратной связью, имеющие в своем составе камеру и рефлектор (отражатель), которые обеспечивают получение оперативной достоверной информации об отклонении груза, и системы, работающие на основе математической модели, описывающей колебания груза

при движении механизмов крана, то есть угол отклонения груза в той или иной плоскости вычисляется исходя из физических и математических законов [7].

В системах с обратной связью камера с высоким разрешением используется для измерения отклонения крюка или другого типа грузозахватного органа от своей оси. Для того, что бы сделать это возможным, на грузозахватный механизм устанавливается специальный отражатель. В самом простом случае отражатель представляет собой плоскость квадратной формы с расположенными на ней в шахматном порядке двумя белыми квадратами. Данный тип рефлектора называется пассивным. В случае, когда на него могут воздействовать чрезмерное освещение или тени, которые влияют на точность системы измерения, рекомендуется использовать активный рефлектор, снабженный LED-матрицей, а также обогревом, способствующим таянию снега, если кран используется на открытом воздухе. Самым лучшим же выходом в случае использования системы «камера-рефлектор» является применения инфракрасного рефлектора и оснащение камеры инфракрасным фильтром. Точность определения колебаний составляет 5 мм на расстоянии от камеры до рефлектора 10м, точность определения расстояния между камерой и рефлектором составляет 1%. Такие системы способны также исключать колебания груза при наличии сильного бокового ветра.

Какой бы вид системы противораскачивания груза ни был установлен на кране, ее применение ведет к снижению времени выполнения операций, повышению точности позиционирования груза, уменьшению утомляемости операторов во время работы, а также снижает риск возникновения аварийных ситуаций.

### **1.5 Исходные данные и постановка задачи**

Исходными данными проектирования являются физические и геометрические параметры механизма подъема мостового крана. Исходные данные представлены в таблице 2.



Таблица 2 - Исходные данные проектирования

Наименование параметра	Значение параметра
Тип крана	кран мостовой опорный
Конструкция кранового моста	двухбалочный мост, балки коробчатые
Грузоподъемность крана, т	10
Кратность полиспаста, $\alpha$	3
Номинальная скорость подъема, м/с	0,1
Номинальная скорость движения тележки, м/с	0,63
Диаметр барабана лебедки, м	$90 \cdot 10^{-3}$
Напряжение в канате, тс/см <sup>2</sup>	2
Модуль упругости каната, тс/см <sup>2</sup>	1500
Наименование параметра	Значение параметра
Продолжительность включения крана, %	25
Высота пролетной балки, м	2,5

Целью данной работы является разработка системы управления частотно-регулируемых электроприводов для механизмов подъема и передвижений мостового крана, удовлетворяющую поставленным требованиям, а также необходимо разработать систему, позволяющую уменьшить раскачивание груза и увеличить быстродействие электропривода.

## 2 Выбор оборудования и расчет системы управления электропривода механизма передвижения

### 2.1 Расчет механизма передвижения

Масса тележки с грузом:

$$m_{\text{ТТ}} = m_{\text{Т}} + m_{\text{Г}} = 3000 + 10\,000 = 13 \cdot 10^3 \text{ кг.} \quad (3.1)$$

Вес тележки:

$$F_{\text{Т}} = gm_{\text{Т}} = 9,81 \cdot 0,3 \cdot 10^4 = 2,94 \cdot 10^4 \text{ Н,} \quad (3.2)$$

где  $g = 9,81 \text{ м/с}^2$  – ускорение свободного падения.

Вес груза:

$$F_{\text{Г}} = gm_{\text{Г}} = 9,81 \cdot 10^4 \text{ Н.} \quad (3.3)$$

Вес тележки с грузом:

$$F_{\text{ТТ}} = F_{\text{Т}} + F_{\text{Г}} = 2,94 \cdot 10^4 + 9,81 \cdot 10^4 = 12,8 \cdot 10^4 \text{ Н.} \quad (3.4)$$

Максимальная статическая нагрузка на ходовое колесо

$$F_{\text{ХК}} = F_{\text{ТТ}} / z, \quad (3.5)$$

где  $z$  – количество ходовых колес. В нашем случае  $z = 4$ :

$$F_{\text{ХК}} = 12,8 \cdot 10^4 / 4 = 3,2 \cdot 10^4 \text{ Н.}$$

Согласно [16], [17], [18] примем диаметр ходового колеса (рисунок 2)  $D_{\text{ХК}} = 250 \text{ мм}$  (таблица 3.1). Диаметр внутреннего отверстия подшипника  $d = 50 \text{ мм}$  (рисунок 2); коэффициент трения качения  $\mu = 0,4 \text{ мм}$  [19] – для стальных колес и рельсов с выпуклой головкой (таблица 3).

Таблица 3 – Несущая способность ходовых колес

$F_{\text{ХК}} \cdot 10^4, \text{ Н}$	от 3 до 5	свыше 5 до 10	свыше 10 до 20	свыше 20 до 25	свыше 25 до 32	свыше 32 до 50	свыше 50 до 80	свыше 80 до 100	свыше 100
$D_{\text{ХК}}, \text{ мм}$	200 250	320 400	400 500	500 560 630	630 700	710 800	800 900 1000	900 1000	1000

Таблица 3 – Размеры ходовых колес

$D_{\text{хк}}, \text{мм}$	200	250	320	400	500	560	630	710	800	900	1000
$d$	45	50	60	90	110	120	130	130	150	170	180
$\mu$	0,4	0,4	0,4	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	1,0	1,2	1,2
$D_{\text{max}}$	230	290	360	450	550	600	680	770	880	980	1080

Движение однорельсовых тележек по подвесным путям характеризуется наличием основных сопротивлений от трения качения и трения в подшипниковых ходовых колес, дополнительными сопротивлениями при качении конических и бочкообразных колес по наклонным полкам рельса, а также сопротивлений при перекосе тележки и при ее передвижении по криволинейным участкам пути.

Сила сопротивления передвижению тележки с грузом (при отсутствии уклона и ветра):

$$F_c = F_{\text{тр}} \left( (2\mu + fd) / D_{\text{хк}} \right) k_p, \quad (3.6)$$

где  $f$  – коэффициент трения качения подшипника буксы (согласно [16]:  $f = 0,015$  для роликовых и шариковых подшипников);  $k_p$  – коэффициент сопротивления реборды (согласно [16]  $k_p = 2 \div 2,5$  для крановых тележек при гибком и жестком токопроводе соответственно).

Примем кабельный токопровод ( $k_p = 2$ ). По формуле (3.6) получим:

$$F_c = 12,8 \cdot 10^4 \left( \frac{2 \cdot 0,4 + 0,015 \cdot 50}{250} \right) \cdot 2 = 1587 \text{ Н.}$$

## 2.2 Выбор электродвигателя и расчет редуктора

Мощность электродвигателя:

$$P = \frac{F_c V}{\eta}, \quad (3.7)$$

где  $\eta$  — предварительное значение КПД механизма передвижения.

Примем  $\eta \approx 0,9$ .

Получим:

$$P = \frac{1587 \cdot 0,63}{0,9} = 1,11 \cdot 10^3 \text{ Вт.}$$

Из справочника [9] выбираем электродвигатель серии 5А. Технические данные электродвигателя приведены в таблице 4.

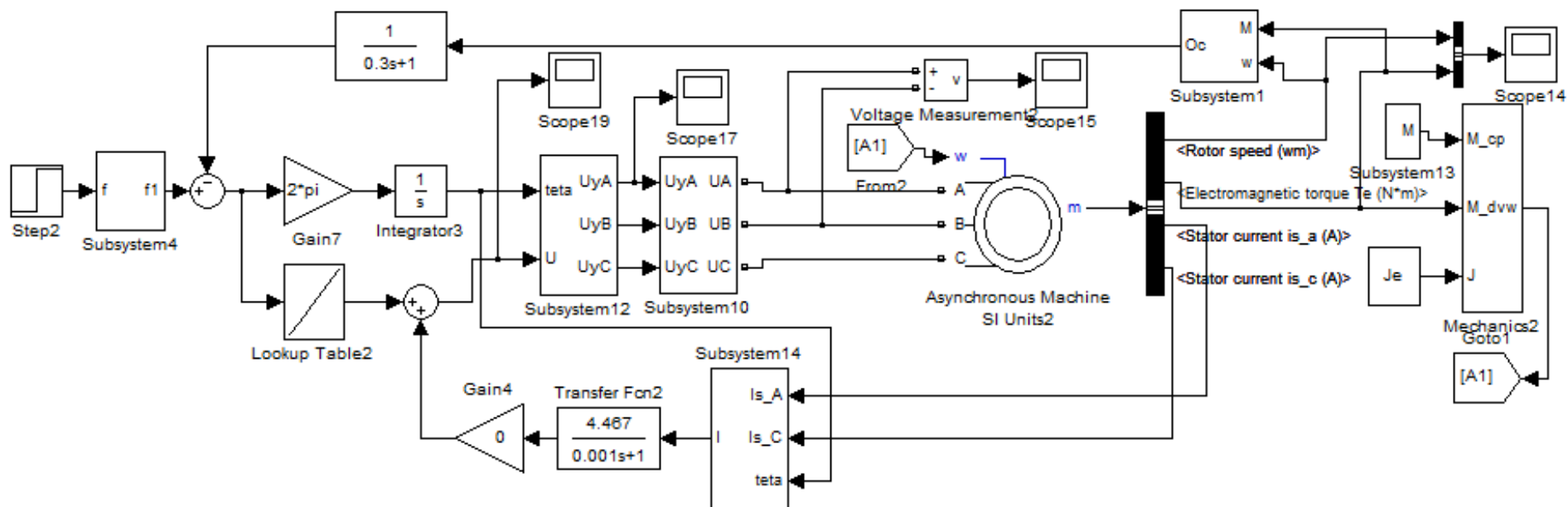
Таблица 4– Параметры электродвигателя

Типо- размер	$P_{ДВ.Н}$ , кВт	$n_{ном}$ , об/мин	$\eta$ , %	$\cos \varphi_H$	$M_n /$ $M_{ном}$	$I_n /$ $I_{ном}$	$J_{ДВ}$ , кг·м <sup>2</sup>
5А80МВ4	1,5	1410	75	0,81	2,1	5,5	0,0036

## **Модель электропривода передвижения тележки мостового крана**

На рисунке представлена модель электропривода механизма передвижения тележки мостового крана в среде MATLAB SIMULINK.

.

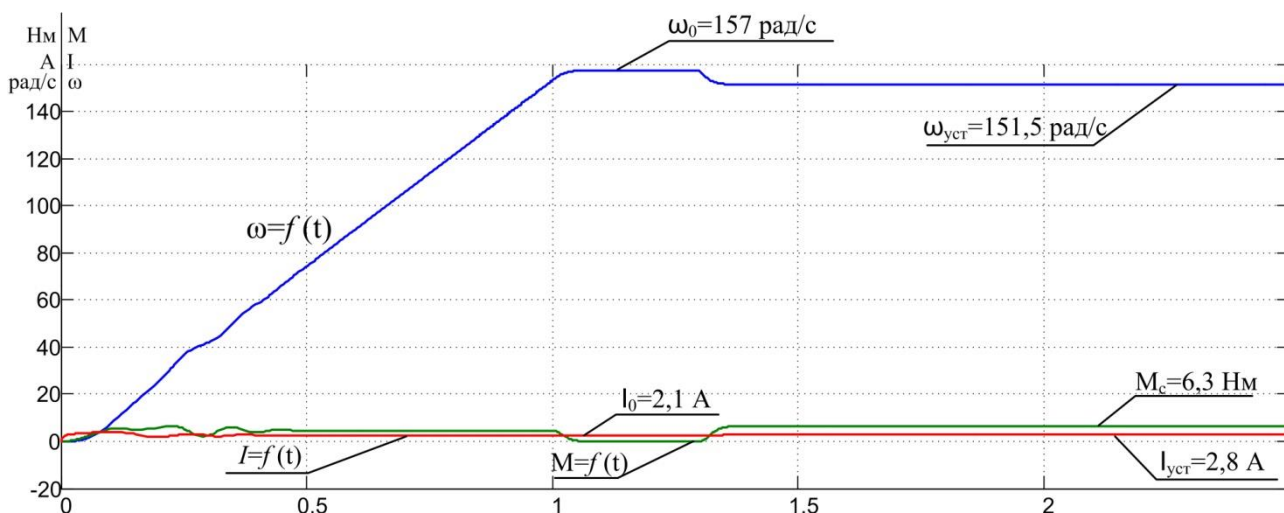


Имитационная модель электропривода передвижения тележки мостового крана

## Проверка имитационной модели системы ПЧ-АД с ИР-компенсацией

Проведенные исследования:

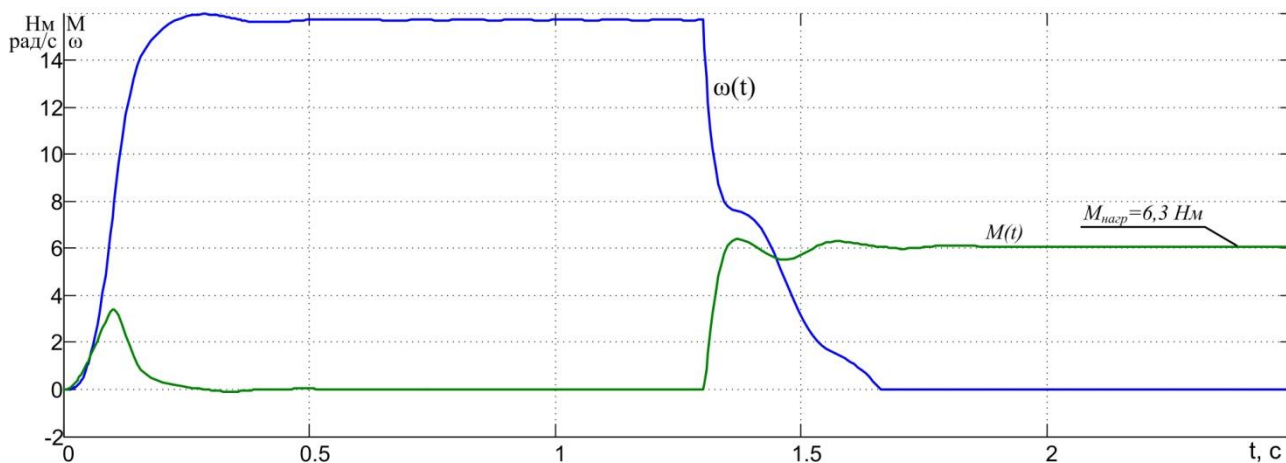
1. Пуск двигателя при 50 Гц с нагрузкой  $M_c=6,3$  Нм:



Переходные характеристики скорости ротора  $\omega(t)$ , электромагнитного момента  $M_{эм}(t)$  и тока статора  $i(t)$  при частоте 50 Гц

В момент времени  $t=1,3$  с был произведен наброс нагрузки  $M_c=6,3$  Нм.

2. Пуск двигателя при 5 Гц,  $U_{1н4} = 22$  В с нагрузкой  $M_c=6,3$  Нм:



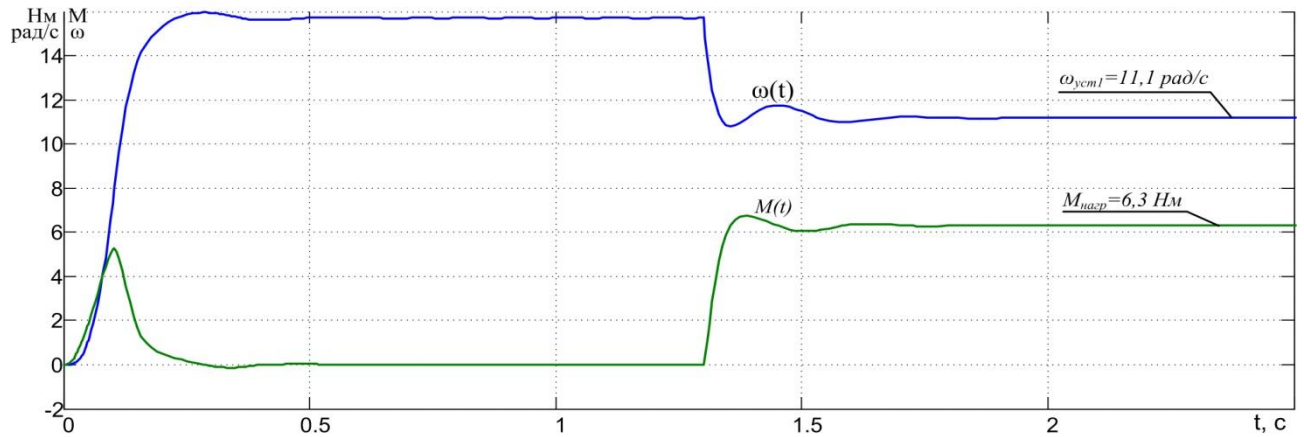
Переходные характеристики скорости вращения ротора  $\omega(t)$  и электромагнитного момента  $M_{эм}(t)$  при частоте 5 Гц

Из рисунка 19 видно, что при работе на частоте 5 Гц электродвигатель не справился с нагрузкой  $M_c=6,3$  Нм, которая была подана

в момент времени  $t=1,3$  с. Поэтому было принято решение увеличить напряжение  $U_{1H4}$  до  $32 В$ .

2. Пуск двигателя при  $5$  Гц,  $U_{1H4} = 32 В$ ,  $K_{KM}=0$  с нагрузкой  $M_c=6,3$

Нм:



Переходные характеристики скорости вращения ротора  $\omega(t)$  и электромагнитного момента  $M_{эм}(t)$  при частоте  $5$  Гц и  $U_{1H4} = 32 В$

Из графиков, представленных на рисунках 18 и 20 вычислим диапазон регулирования скорости:

$$D = \frac{\omega_{ycm1}}{\omega_{ycm2}} = \frac{151,5}{11,1} = 13,6.$$

Диапазон регулирования соответствует требованиям, заявленным в техническом задании.



**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И  
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-5Г10	Гуменному Ефиму Васильевичу

<b>Институт</b>	ИнЭО	<b>Кафедра</b>	ЭПЭО
<b>Уровень образования</b>	Бакалавриат	<b>Направление/специальность</b>	Электроэнергетика и электротехника

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. *Стоимость ресурсов проектных работ*
2. *Нормы и нормативы расходования ресурсов*
3. *Используемая система социальных отчислений*

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

1. *Оценка коммерческого потенциала и перспективности выполнения технического проекта;*
2. *Планирование проектно-конструкторских работ;*
3. *Планирование сметы технического проекта;*
4. *Определение ресурсной ( ресурсосберегающей ), и экономической эффективности исследования.*

**Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)**

1. *График выполнения работ исполнителями ТП ( диаграмма Ганта )*
2. *Матрица SWOT*

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	11.04.2016г.
---	--------------

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры менеджмента	Мелик-Гайказян Мария Вигеновна	к.э. н., доцент		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5Г10	Гуменный Ефим Васильевич		

### **3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение**

#### **Введение**

В настоящее время перспективность технического проектирования устанавливается не столько масштабом проекта, оценить который на первых этапах жизненного цикла высокотехнологического и ресурсоэффективного продукта бывает достаточно трудно, сколько коммерческой значимостью разработки. Оценка коммерческой значимости разработки является незаменимым условием при поиске основ финансирования для осуществления технологического проекта и коммерциализации его итогов. Это важно для разработчиков, которые должны представлять состояние и направление будущего проекта.

Таким образом, целью раздела является решение ряда задач при проектировании технического проекта, которая отвечает новейшим требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

Достижение цели обеспечивается решением задач:

- оценка коммерческого потенциала и перспективности выполнения технического проекта;
- планирование технико-конструкторских работ;
- определение ресурсной (ресурсосберегающей), и экономической эффективности разработки.

#### **3.1 SWOT-анализ электропривода механизма передвижения крана**

SWOT - анализ является механизмом стратегического менеджмента. Представляет собой единое исследование технического проекта.

SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта .

Согласно проекту по разработке электропривода механизма передвижения крана, SWOT-анализ даст возможность оценить сильные и слабые стороны проекта, а также его возможности и угрозы.

Для проведения SWOT-анализа составляется матрица SWOT, в которую записываются слабые и сильные стороны проекта, а также возможности и угрозы.

При составлении матрицы SWOT удобно использовать следующие обозначения:

С – сильные стороны проекта; Сл – слабые стороны проекта; В – возможности; У – угрозы.

Матрица SWOT приведена в таблице 7.

На основе матрицы SWOT строятся интерактивные матрицы возможностей и угроз, позволяющие оценить эффективность проекта.

При построении интерактивных матриц используются следующие обозначения:

«+» – сильное соответствие ; «-» – слабое соответствие.

Анализ интерактивных матриц, приведен в таблицах 8 и 9.

Таблица 7 - Матрица SWOT

	<p>Сильные стороны проекта:</p> <p>С1. Плавность пуска и торможения механизмов.</p> <p>С2. Высокое энергосбережение.</p> <p>С3. Высококвалифицированный персонал.</p> <p>С4. Повышение безопасности производства</p> <p>С5. Малые затраты на ремонт оборудования.</p>	<p>Слабые стороны проекта:</p> <p>Сл1. Высокий уровень вибрации при работе.</p> <p>Сл2. Высокая себестоимость оборудования.</p> <p>Сл3. Задержка поставки материалов и комплектующих</p>
<p>Возможности:</p> <p>В1. Экономия мощности энергоблоков</p> <p>В2. Уменьшение себестоимости путем усовершенствование новых технологий.</p> <p>В3. Добавочное питание электропривода.</p> <p>В4. Увеличение стоимости конкурентоспособных систем.</p>	<p>В1С1С2С3С4;</p> <p>В2С1С2С4С5;</p> <p>В3С1С4С5;</p> <p>В4С1С2С5.</p>	<p>В1Сл2;</p> <p>В2Сл1;</p> <p>В4Сл2.</p>
<p>Угрозы:</p> <p>Исчезновение энергии электропривода.</p> <p>У2. Критические изменения в отношениях с поставщиками .</p> <p>У3. Ввод специальных государственных правил к стандартизации и сертификации изделий</p> <p>У4. Нехватка финансового обеспечения со стороны государства</p>	<p>У1С1С3;</p> <p>У2С5;</p> <p>У3С1;</p> <p>У4С3.</p>	<p>У1Сл3;</p> <p>У2Сл2;</p> <p>У4Сл2..</p>

Таблица 8 – Интерактивная матрица возможностей

	Сильные стороны проекта				
	С1	С2	С3	С4	С5
В1	+	+	+	+	-
В2	+	+	-	+	+
В3	+	-	-	+	+
В4	+	+	-	-	+
	Слабые стороны проекта				
	Сл1	Сл2	Сл3		
В1	-	+	-		
В2	+	-	-		
В3	-	-	-		
В4	-	+	-		

Таблица 9 – Интерактивная матрица угроз

	Сильные стороны проекта					
		C1	C2	C3	C4	C5
Угрозы	У1	+	-	+	-	-
	У2	-	-	-	-	+
	У3	+	-	-	-	-
	У4	-	-	+	-	-
	Слабые стороны проекта					
		Сл1	Сл2	Сл3		
	У1	-	-	+		
	У2	-	+	-		
	У3	-	-	-		
	У4	-	+	-		

Анализ интерактивных матриц, приведенных в таблицах 12.2 и 12.3, показывает, что сильных сторон у проекта значительно больше, чем слабых. Сильной стороной проекта являются надежность, плавность пуска и торможения механизмов, а также повышение безопасности производства, так как исчезновение энергии электропривода может повлечь за собой угрозу для жизни людей, а также аварии сложного технологического процесса. Кроме того, большая экономия потребляемой электрической энергии и добавочное питание электропривода представляют перспективность проекта в целом. Угрозы имеют низкие вероятности, что говорит о высокой надежности проекта.

### 3.2 Разработка графика исполнения работ технического проекта

Важной частью данного раздела является составление графика проведения ТП, который предназначен для распределения обязанностей по выполнению работ, между исполнителями, и определения временных рамок производимой работы.

#### 3.2.1 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников выполнения проекта.

Трудоемкость выполнения технического проекта оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, так как зависит от множества трудно учитываемых факторов.

Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости  $t_{ожі}$  используется следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5},$$

где,  $t_{ожі}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения  $i$ -ой работы чел.-дн.;

$t_{\min i}$  – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{\max i}$  – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

### 3.2.2 Разработка графика выполнения технического проекта

В качестве графика инженерных работ можно использовать диаграмму Ганта.

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

Результаты расчетов сводим в таблицу 10

В приведенной таблице 10, номерам этапов работы соответствуют следующие виды выполняемых работ:

№ 1 – составление и утверждение технического задания (ТЗ) – включает в себя изучение первичной информации об объекте, формулировку требований к техническому проекту, составление задания и плана на работу;

№ 2 – изучение литературы – ознакомление с предметом работы, изучение различных источников, касающихся различных сторон технического проекта ;

№ 3 – сбор исходных данных – сбор параметров для электропривода механизма передвижения крана;

№4 – подготовка данных, ввод нагрузок в спецпрограмму ЭВМ(MATLAB);

№5 – расчет на ЭВМ нагрузок электропривода(MATLAB);

№ 6 – выбор оборудования – выбор элементов электропривода, по критериям технологического процесса (справочники, техническая литература);

№ 7 – расчет элементов электропривода, построение механических и электромеханических характеристик (MATLAB);

№ 8 – проверка правильности выбора оборудования;

№ 9 – оформление пояснительной записки;

№10 – сдача проекта – в рамках учебно-практической работы, включает в себя окончательную проверку руководителем, устранение недочетов дипломником, подготовку к защите и защиту проекта.

Таблица 10 – Календарная продолжительность работ

№ этапа работы	Вид работ	Исполнители	Минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i-ой работы, $t_{\min}$ , чел.-дн.	Максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i-ой работы, $t_{\max}$ , чел.-дн.	Ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, $t_{\text{ож}}$ , чел.-дн.	Продолжительность одной работы, $T_p$ , раб.дн.
1	Составление и проверка ТЗ	Руководитель	1	1	1	1
2	Изучение литературы	Дипломник	9	14	11	11
3	Сбор исходных данных	Дипломник	11	14	12,2	12
4	Подготовка и ввод данных в ЭВМ	Дипломник	7	12	9	9
5	Расчет на ЭВМ нагрузок вентилятора	Дипломник	13	17	14,2	14
6	Выбор оборудования	Руководитель	1	1	1	1
		Дипломник	5	9	6,6	7
7	Расчет элементов электропривода, построение характеристик	Руководитель	1	1	1	1
		Дипломник	10	16	12,4	12
8	Проверка правильности выбора оборудования	Руководитель	1	1	1	1
		Дипломник	15	20	17	17
9	Оформление пояснительной записки	Руководитель	1	1	1	1
		Дипломник	8	13	10	10
10	Сдача проекта	Руководитель	1	1	1	1
		Дипломник	1	1	1	1



По результатам расчетов строится диаграмма Ганта, приведенная в таблице 11.

При заполнении таблицы 11 используются следующие обозначения:

« Д » - дипломник; « Р » - руководитель.

Исходя из составленной диаграммы, можно сделать вывод, что продолжительность работ занимает 11 декад, начиная с третьей декады февраля и заканчивая первой декадой июня. Учитывая вероятностный характер оценки трудоемкости, реальная продолжительность работ может быть как меньше (при благоприятном стечении обстоятельств), так и несколько превысить указанную продолжительность (при неблагоприятном стечении обстоятельств).

Продолжительность выполнения проекта составит 94 рабочих дня.

Из них:

93 дня – продолжительность выполнения работ дипломником;

5 дней – продолжительность выполнения работ руководителем;

#### Составление сметы технического проекта

При планировании сметы технического проекта (ТП) должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета ТП используется группировка затрат по следующим статьям:

- материальные затраты ТП;
- полная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- затраты научные и производственные командировки;
- контрагентные расходы;
- накладные расходы.

Материальные затраты в данном техническом проекте не рассчитываются, так как дополнительные материалы (канцелярские принадлежности, диски, картриджи и т.д.) отнесены в накладные расходы.

Таблица 11 – Диаграмма Ганта

№ этапа работ	Вид работ	Исполнители	Продолжительность одной работы дн.	Продолжительность выполнения работ по декадам												
				Фев.	Март			Апрель			Май			И		
				3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1		
1	Составление и проверка ТЗ	Р	1	-												
2	Изучение литературы	Д	11		————											
3	Сбор исходных данных	Д	12			————	-									
4	Подготовка и ввод данных в ЭВМ	Д	9				————	-								
5	Расчет на ЭВМ нагрузок вентилятора	Д	14					————	————							
6	Выбор оборудования	Д	1							-						
		Р	7							————						
7	Расчет элементов электропривода, построение характеристик	Д	1								-					
		Р	12								————	————				
8	Проверка правильности выбора оборудования	Р	1									-				
		Д	17									————	————	————		
9	Оформление пояснительной записки	Д	10												————	
10	Сдача проекта	Р	1													.
		Д	1													

### 3.3 Полная заработная плата исполнителей темы

В настоящую статью включается основная и дополнительная заработная плата всех исполнителей, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок.

Расчет полной заработной платы осуществляется следующим образом:

$$З_{зп} = З_{осн} + З_{доп},$$

где,  $З_{осн}$  – основная заработная плата;

$З_{доп}$  – дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата ( $З_{осн}$ ) исполнителя рассчитывается по следующей формуле:

$$З_{осн} = З_{дн} \cdot T_p,$$

где  $З_{осн}$  – основная заработная плата одного работника;

$З_{дн}$  – среднедневная заработная плата работника, руб.

$T_p$  – продолжительность работ, выполняемых работником, раб. дн.  
(таблица 12.6).

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{дн} = \frac{З_{тс} + З_{допл} + З_{р.к.}}{F_d},$$

где,  $З_{тс}$  – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$З_{допл}$  – доплаты и надбавки, руб.;

$З_{р.к.}$  – районная доплата, руб.(30%);

$F_d$  – количество рабочих дней в месяце (26 при 6-дневной рабочей неделе, 22 при 5-дневной рабочей неделе), раб. дн.

Расчёт основной заработной платы приведён в таблице 12.

Таблица 12 – Расчёт основной заработной платы исполнителей

Исполнители	Заработная плата по тарифной ставке, руб.	Доплаты и надбавки, руб	Районная доплата, руб	Зарплата месячная, руб	Средняя заработная плата в день, руб.	Продолжительность работ, раб. дн.	Основная заработная плата, руб.
Руководитель	16751	2000	5625	24376	938	5	4688
Дипломник	7864	-	2359	10223	393	93	36568
Итого $Z_{осн}$ , руб.							41256

**Дополнительная заработная плата**-заработная плата, начисляется рабочим и служащим за фактически выполненные работы или проработанное время, а в соответствии с действующим законодательством, в том числе оплата очередных отпусков рабочих и служащих, льготных часов подростков, времени, связанного с выполнением государственных и общественных обязанностей, и др. Дополнительная заработная плата учитывается так же, как и основная, и включается в фонд заработной платы предприятия.

Таблица 13. – Расчет дополнительной и полной заработной платы

Исполнители	Дополнительная заработная плата, %	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.	Полная заработная плата, руб.
Руководитель	0,15	4688	712	5300
Дипломник	0,12	36568	4832	41000
Итого		41256	5545	46300

### 3.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}),$$

где  $k_{\text{внеб}}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды.

$k_{\text{внеб}} = 30,2\%$  условиях ТПУ.

Отчисления во внебюджетные фонды составят:

$$Z_{\text{внеб}} = 0,302 \cdot 46,3 = 14 \text{ тыс. руб.}$$

### 3.5 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не включенные в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д.

Величину накладных расходов принимаем в размере 16% от общей суммы затрат.

### 3.6 Формирование сметы технического проекта

Рассчитанная величина затрат технического проекта является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку технической продукции.

Определение затрат на технический проект приведен в таблице 14

Таблица 14 – Смета технического проекта

Наименование статьи	Сумма, тыс. руб.	Структура затрат, %
1. Материальные затраты ТП	-	-
2. Затраты по полной заработной плате исполнителей темы	46,3	64,6
3. Отчисления во внебюджетные фонды	14,0	19,4
4. Накладные расходы	11,7	16
<b>Итого</b>	<b>72,0</b>	<b>100</b>

Исходя из представленной выше таблицы 14, можно сделать вывод, что смета затрат на разработку ТП и накладные расходы составляют 72 тыс.руб..Из которых более половины (84%) составляют на оплату труда.

### 3.7 Определение ресурсоэффективности проекта

Определение ресурсоэффективности проекта можно оценить с помощью интегрального критерия ресурсоэффективности:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i$$

где  $I_{pi}$  – интегральный показатель ресурсоэффективности;

$a_i$  – весовой коэффициент разработки;

$b_i$  – балльная оценка разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

Для определения ресурсоэффективности проекта по проектированию электропривода механизма передвижения крана необходимо рассмотреть следующие критерии:

- надежность весовой коэффициент достаточно высокий равен 0,25. Надежность электроснабжения обеспечивается дополнительным резервным питанием электропривода механизма передвижения крана , что позволяет обеспечить бесперебойность в электроснабжении.

- энергосбережение весовой коэффициент 0,2. Энергосбережение достигается за счет оптимального подбора мощности электродвигателей, использование частотно-регулируемого привода.

- материалоемкость весовой коэффициент не очень большой 0,15. При проектировании системы электроснабжения значительную часть общего электропотребления компенсируем за счет энергосберегающей политики.

- помехоустойчивость весовой коэффициент составляет 0,15. Помехоустойчивость достигается за счет классификации всех электроприемников по степени их помехоустойчивости и выбора точки их подключения с учетом электромагнитной обстановки. Эти меры позволяют снизить помехи электроприемников.

- удобство в эксплуатации весовой коэффициент не очень высокий 0,15 т.к большие расстояния обслуживания электрических сетей.

- рост производительности труда пользователя, осуществляется в проекте благодаря повышению уровня автоматизации, что способствует росту производительности труда, но при этом капиталовложения возрастают, поэтому весовой коэффициент не высокий 0,1.

Оценка критериев интегрального показателя ресурсоэффективности приведен в таблице 15.

Таблица 15 – Оценка критерия интегрального показателя ресурсоэффективности

Критерии	Весовой коэффициент	Балльная оценка разработки
1. Надежность	0,25	5
2. Помехоустойчивость	0,15	4
3. Материалоемкость	0,15	4
4. Энергосбережение	0,20	5
5. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,15	5
6. Способствует росту производительности труда пользователя	0,10	5
<b>Итого:</b>	1,00	

Интегральный показатель ресурсоэффективности:

$$I_{pi} = 5 \cdot 0,25 + 4 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 + 0,15 \cdot 5 + 0,20 \cdot 5 + 0,10 \cdot 5 = 4,7$$

Показатель ресурсоэффективности проекта имеет высокое значение (по 5-балльной шкале). Высокие баллы надежности и энергосбережению позволяют оценивать о надежности системы.

В данном разделе были рассмотрены следующие вопросы:

- произведен SWOT – анализ, который установил, что сильных сторон у проекта гораздо больше, чем слабых, а это показывает о перспективности проекта в целом. Кроме того, угрозы имеют низкие вероятности, что говорит о высокой безопасности проекта.
- построен график занятости для исполнителей, построена ленточная диаграмма, позволяющая оптимально скоординировать работу исполнителей.
- рассчитана смета затрат на выполнение технического проекта, которая составила 72 тыс.руб.
- определен показатель ресурсоэффективности проекта, который имеет достаточно высокое значение – 4,7 (по 5- балльной шкале), что свидетельствует о надежности системы.



**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-5Г10	Гуменному Ефиму Васильевичу

<b>Институт</b>	<b>ИнЭО</b>	<b>Кафедра</b>	<b>ЭПЭО</b>
<b>Уровень образования</b>	Бакалавриат	<b>Направление/специальность</b>	Электроэнергетика и электротехника

**Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:**

1. *Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:*
- *вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения)*
  - *опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы)*
  - *негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)*
  - *чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)*

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

1. *Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды;*  
 Основными вредными факторами являются:  
 Запыленность (металлической, токопроводящей пылью различных фракций);  
 Шум и вибрация;  
 Отклонение показателей микроклимата;  
 Недостаточная освещенность рабочей зоны.
2. *Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды;*  
 Опасными факторами являются:  
 Возможность получения травм в следствии:  
 а) движения машин и механизмов;  
 б) движение производственного материала;  
 Поражение электрическим током при обслуживании электрооборудования.
3. *Охрана окружающей среды:*
- анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);
  - анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);
- разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.

**Перечень графического материала:**

План эвакуации при пожаре

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	15.04.2016г.
--	--------------

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности	Романцов Игорь Иванович	кандидат технических наук		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5Г10	Гуменный Ефим Васильевич		

## 4 Социальная ответственность

### Введение

В соответствии с Федеральным законом 116 ФЗ « Правила безопасности опасных производственных объектов, на которых используются подъемные сооружения», краны относятся к источникам повышенной опасности.

Бывают мостовыми, козловыми, башенными, порталными, плавучими и т.д. Предназначены для выполнения погрузочно-разгрузочных работ, перемещаются по рельсовым путям, расположенным на значительной высоте от пола (мостовые краны), либо наземные (козловые).

Кран состоит из грузоподъемной тележки, включающей механизм подъема, грузозахватное устройство, механизм передвижения, и из моста, представляющего собой две сплошные (или решетчатые) фермы, присоединенные к концевым балкам, в которые вмонтированы приводные и не приводные колеса. Механизм передвижения моста имеет привод от одного или двух двигателей.

### *Анализ опасных и вредных факторов, связанных с эксплуатацией крана*

При работе на машиниста крана воздействуют опасные и вредные факторы.

#### ***К опасным факторам относятся:***

- 1) движущиеся части механизмов;
- 2) механизмы подъема и передвижения;
- 3) перемещаемые грузы;
- 4) электрические виды опасности;
- 5) опрокидывание машин, падение их частей;
- 6) расположение рабочего места на значительной высоте относительно поверхности земли;

#### ***К вредным относятся:***

- 1) Микроклиматические условия;
- 2) Шум;
- 3) Вибрация;
- 4) Освещение;

## 4.1 Анализ вредных факторов производственной среды

### Микроклиматические условия

Показатели микроклимата должны обеспечивать сохранение теплового баланса человека с окружающей средой и поддержание оптимального или допустимого теплового состояния организма.

В соответствии с санитарно-эпидемиологические правилами и нормами (СанПиН) 2.2.4.548 определены показатели, характеризующие микроклимат в производственных помещениях:

- температура воздуха;
- температура поверхностей;
- относительная влажность воздуха;
- скорость движения воздуха;
- интенсивность теплового облучения.

Оптимальные микроклиматические условия установлены по критериям оптимального теплового и функционального состояния человека. Они обеспечивают общее и локальное ощущение теплового комфорта в течение 8-часовой рабочей смены при минимальном напряжении механизмов терморегуляции, не вызывают отклонений в состоянии здоровья, создают предпосылки для высокого уровня работоспособности и являются предпочтительными на рабочих местах. Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений приведены в таблице 16.

Таблица 16. Оптимальные и допустимые показатели микроклимата

Сезон года	Категория работ	Температура воздуха, °С		Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/с	
		По ГОСТ 12.1.005 – 88	Промышленный склад	По ГОСТ 12.1.005 – 88	Промышленный склад	По ГОСТ 12.1.005 – 88	Промышленный склад
Холодный	Средней тяжести	17-19	15-21	40-60	70-30	0,3	0,2
Тёплый со значительным избытком тепла	Средней тяжести	20-22	16-27	40-60	60-30	0,2-0,5	0,5

## *Шум*

Производственным шумом называется совокупность звуков различной интенсивности и частоты, беспорядочно изменяющиеся во времени и вызывающих у работников субъективное ощущение.

Следствием вредного воздействия производственного шума могут быть профессиональные заболевания, повышение общей заболеваемости, снижение работоспособности, повышение степени риска травм и несчастных случаев, связанных с нарушением восприятием предупредительных сигналов, нарушение слухового контроля функционирования технологического оборудования, снижения производительности труда.

Характеристикой постоянного шума на рабочих местах являются уровни звукового давления  $L$  в дБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 31,5, 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц,

Для постоянных рабочих мест и рабочих зон допустимый уровень шума 85 дБ. Для нормирования шума используют ГОСТ 12.1.003-83. Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности. СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-32-2002. Допустимые уровни шума на рабочих местах в производственных помещениях отражены в таблице 17.

Таблица 17. – Допустимые уровни шума

Рабочее место	Уровни звукового давления, дБ									По шкале
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Производственное помещение	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

## *Вибрация*

Вибрациями называются механические колебания материальных частиц, характеризующих периодичностью изменения параметров. Вибрации оказывают вредные воздействия на организм человека, обуславливая возникновение профессиональных заболеваний и снижение производительности труда.

Низкочастотные колебания до 20Гц, если их воздействие систематическое, могут вызывать вибрационную болезнь. В этом случае

страдает центральная нервная система, появляются головные боли, нарушение сна, утомляемость, отклонение в работе внутренних органов.

Вибрации способны вызывать разрушение фундаментов, конструкции, ускоряют износ деталей и узлов.

Таблица 18. – Допустимый уровень вибрации

Вид вибрации	Допустимый уровень виброскорости, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц										
	1	2	4	8	16	31,5	63	125	250	500	1000
Общая транспортная:											
вертикальная	132	123	114	108	107	107	107	—	—	—	—
горизонтальная	122	117	116	116	116	116	116	—	—	—	—

Таким образом можно сделать вывод что условия труда машиниста крана соответствует кл. 3.1; 3.2.

### *Освещение*

Одним из факторов внешней среды, определяющих благоприятные условия труда, является рациональное освещение рабочей зоны. Типы освещения на рабочем месте представлены на рисунке . Недостаточное освещение является одной из причин снижения производительности труда и появления профессиональных заболеваний зрительного аппарата.



Рисунок 21. – Типы освещения

Системы искусственного освещения могут быть трех видов:

- 1) общая
- 2) местная
- 3) комбинированная

Оборудование электрического освещения производственных и бытовых помещений, сборочно-сварочных цехов и участков должно соответствовать нормам, установленным в СН 245-71 и СНиП 23-05-95.

В производственных цехах необходимо применять общее или комбинированное освещение. В обоих случаях освещенность в рабочей плоскости, создаваемая светильниками общего освещения, на участках сварки должна составлять не менее 50лк – при лампах накаливания и 150лк – при люминесцентных лампах, а на участках разметки - не менее 150 и 400лк соответственно.

В зависимости от характеристики зрительных работ в цеху определяются нормируемые величины естественного и искусственного освещения.

### *Средства защиты от травмоопасных и вредных производственных факторов*

Машинист обязан использовать и правильно применять средства индивидуальной и коллективной защиты. В соответствии с постановлением Минтруда и соцзащиты РБ от 22.09.2006 «Об утверждении Типовых норм бесплатной выдачи средств индивидуальной защиты работникам общих

профессий и должностей для всех отраслей экономики» машинисту положены следующие средства индивидуальной защиты(далее-СИЗ).

Костюм хлопчатобумажный	ЗМи 12
Ботинки кожаные	Ми 12
Галоши диэлектрические	Эн Дежурные
Перчатки диэлектрические	Эн Дежурные
Рукавицы комбинированные	Ми До износа
Зимой на наружных работах дополнительно:	
Костюм для защиты от пониженных температур из хлопчатобумажной ткани	Тн 36
сапоги кирзовые утепленные	Тн20 24

#### **4.2 Производственная санитария**

Исследуемый электропривод работает в помещении тележки моста, которое можно характеризовать как помещение особо опасное, вследствие наличия двух условий, создающих повышенную опасность:

- сырости или проводящей пыли;
- токопроводящих полов.

Неблагоприятные условия окружающей среды вредно воздействуют на организм работающего, снижают реакцию, повышают утомленность. К таким условиям относятся:

- неблагоприятный микроклимат;
- производственные пыли;
- вредные газы и пары;
- недостаточная освещенность.

Для обеспечения санитарно — гигиенических условий на рабочем месте и обеспечения требований нормативных документов к выявленным вредным факторам, предусмотрены такие технические устройства, как вентиляция помещения с фильтрацией воздуха, системы отопления и освещения, изоляции токопроводящих полов. Категория выполняемых работ по [11] - 11 б.

К категории 11б (средней тяжести физические работы) относятся; работы, связанные с ходьбой, перемещением и переноской тяжести до 10 кг и сопровождающиеся умеренным физическим напряжением.

Рабочее место должно быть организовано в соответствии с требованиями стандартов и должно обеспечивать выполнение трудовых операций в пределах зоны досягаемости моторного поля. Организация



рабочего места и конструкция оборудования должны обеспечивать прямое и свободное положение тела работающего или наклон его вперёд не более 15°. Рабочее место при выполнении работ на кране удовлетворяют этим требованиям.

Для данной категории работ микроклимат производственного помещения характеризуется следующими показателями:

- температура воздуха 15° ÷ 27° С - холодный период года, 16° ÷ 27° С - в теплый период года;
- влажность воздуха 40 ÷ 60 %;
- скорость движения воздуха 0,2 ÷ 0,3 м/с

Система вентиляции - механическая, приточно-вытяжная. Она обеспечивает выполнение данных требований.

Система отопления электрическая: на стенах установлены электрические печи, работающие в системе с тепловым реле.

Площадь помещения удовлетворяет требованиям, то есть более 4,5 м<sup>2</sup> на одного человека.

Звукоизоляция стен снижает уровень шума при работе электроприводов крана, изоляция токопроводящих полов резиновыми диэлектрическими ковриками обеспечивает защиту от поражения электрическим током, а также применяются в случае необходимости диэлектрические перчатки, например: при измерении сопротивления изоляции.

Работы выполняются в спецодежде. Для верхней тёплой одежды в кабине предусмотрено гардеробное оборудование.

Согласно [15] прием при производстве работ на кране следующие показатели:

- характеристика работ - средней точности;
- разряд зрительной работы - 1У в (наименьший размер объекта различения 1 мм);
- освещенность искусственного освещения - 200 лк при общем освещении.

Помещение, в котором производятся работы, не является помещением с постоянным пребыванием людей, поэтому естественное освещение не нормируется.

При разработке технологических процессов, а так же при организации рабочего места следует принимать все необходимые меры по снижению шума, воздействующего на человека на рабочих местах до значений не превышающих допустимые:

- разработкой шумобезопасной техники;

- применением средств защиты (индивидуальной или групповой).  
При выполнении работ по реконструкции крана уровни шума и вибрации незначительны и удовлетворяют требованиям стандартов.

### **Средства защиты от поражения электрическим током**

*К основным средствам защиты от поражения электрическим током относятся: в электроустановках до 1000В*

- диэлектрические перчатки;
- изолирующие штанги;
- изолирующие и электроизмерительные клещи;
- слесарно-монтажный инструмент с изолирующими рукоятками;
- указатели напряжения;

*К дополнительным средствам защиты до 1000В относятся:*

- диэлектрические галоши;
- диэлектрические ковры;
- изолирующие подставки.

### **4.3 Пожарная безопасность**

Пожароопасными называются установки, в которых применяются или хранятся горючие вещества.

Согласно классификации кран относится к классу П-111 (расположена в не помещения, в зоне в которой не обращаются горючие жидкости с t вспышки 61 °С и выше или в зоне, где хранятся твердые горючие вещества).

Для обеспечения безопасности при пожаре на кране - перегружателе предусмотрены:

- система оповещения о пожаре;
- система автоматической пожарной сигнализации;
- первичные средства пожаротушения.

Возгорания, пожары и воспламенения часто сопровождаются взрывами и могут быть очень опасными для людей. Поэтому пожарная безопасность является одним из важнейших разделов охраны труда на производстве. Существенную роль в профилактике и предотвращении пожаров играет правильный выбор режима работы электрооборудования с учетом класса размещения по пожароопасности.

Пожарная безопасность должна обеспечиваться:

- системой предотвращения пожара;
- системой противопожарной защиты;

- организационно - техническими мероприятиями.

Автоматические установки пожаротушения и установки пожарной сигнализации должны удовлетворять требованиям проектной документации и отраслевым стандартам. Применяемые на кране переносные углекислотные огнетушители ОУ-5 должны иметь бирки и маркировки и должны быть окрашены в красный цвет. Перезарядка огнетушителей выполняется в соответствии с инструкцией по безопасности. Огнетушители должны располагаться в заметных и легкодоступных местах и подлежат периодическому обслуживанию, включающему в себя следующее:

- очистка от пыли и грязи;
- восстановление окраски и соответствующих подписей.

Для курения должны быть отведены специальные места, оборудованные средствами пожаротушения, и предусматривающие возможные способы эвакуации людей и оборудования.

#### *План эвакуации*

Рассмотрим одну из возможных аварий - пожар, при пожаре необходимо вывести людей из опасной зоны, руководствуясь планом эвакуации. Вызвать пожарную охрану по телефону 01. До приезда пожарной охраны принять меры по тушению пожара, используя средства для тушения в виде огнетушителей, песка и пожарного крана.

План эвакуации – это документ, в котором указаны эвакуационные пути и выходы, установлены правила поведения людей, а также порядок и последовательность действий обслуживающего персонала на объекте при возникновении ЧП. План эвакуации, знаки безопасности и указатели направления позволяют принять необходимые меры по эвакуации людей с мест массового скопления при возникновении чрезвычайных ситуаций. План эвакуации из склада на рисунке 22.

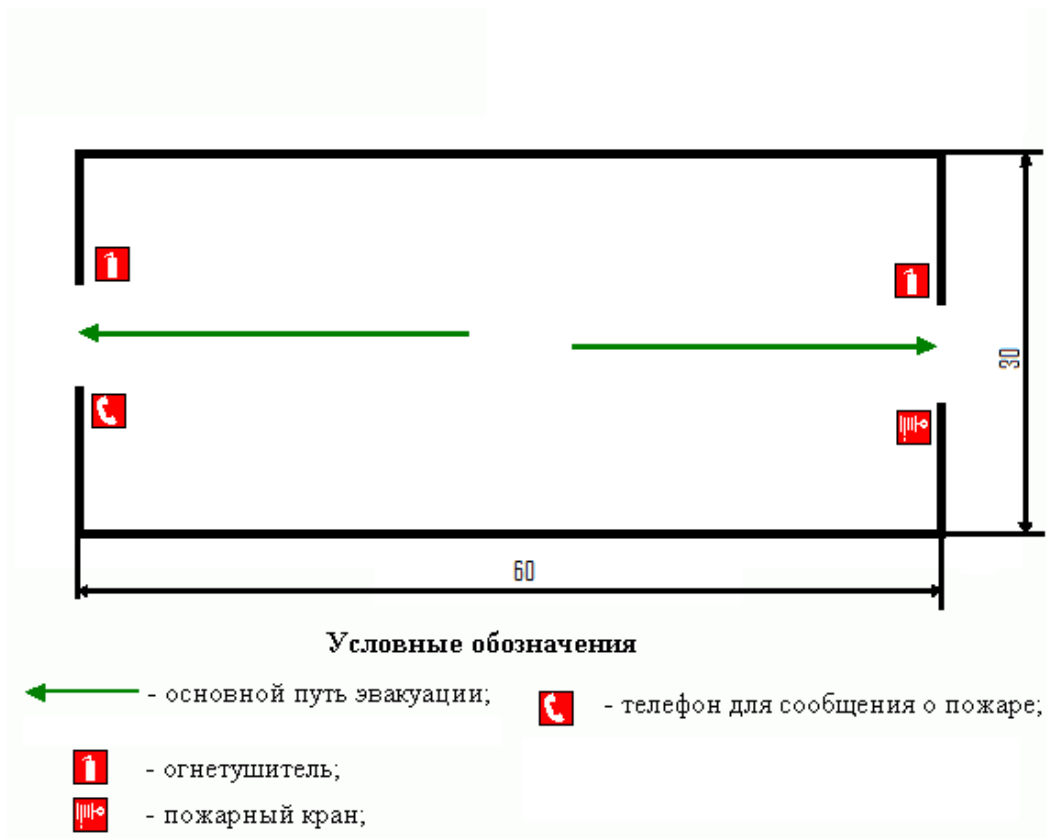


Рисунок 22 – План эвакуации из склада при ЧС

#### 4.4 Охрана окружающей среды.

Современный кран в процессе работы является достаточно активным источником различных загрязнений: материальных: твердых-пыль, продукты износа деталей и жидких-при утечке смазочных материалов и РЖГ; энергетических-тепловые выделения при нагревании сборочных единиц механизмов, шум и вибрация при возникновении неисправностей в механизмах и при подаче звуковых сигналов, а также электромагнитные поля, наводимые при работе кранового электрооборудования. Перемещаемые грузы также могут служить источником различных загрязнений.

Очевидно, что в проблеме охраны окружающей среды существуют два основных направления: активное- ликвидация источников загрязнения, включающие рациональные и безопасные примеры управления краном, правильное и современное регулирование механизмов и выполнение регламентных работ по ТО и ремонту кранов, уменьшении силы звука и длительности подачи звуковых сигналов и пр.

Пассивное(защитное)-изоляция и герметизация источников и жидких материальных загрязнений (своевременный контроль состояния и замена поврежденных уплотнений), экранирование (поглощение и глушение) энергетических источников: тепловых, электромагнитных полей и шума, а также гашения вибрации.

#### *План локализации и ликвидации аварийных ситуаций.*

При потере устойчивости крана(из-за неисправности кранового пути, поломки осей колес и других элементов крана, перегрузки и т.п. ) крановщик должен немедленно прекратить подъем, подать предупредительный сигнал, опустить груз на землю, площадку или перекрытие и установить причину аварийной ситуации.

Если все элементы крана(металлоконструкции и др.) оказались под напряжением, крановщик должен предупредить работающих об опасности, самому применять меры личной безопасности от поражения электрическим током и через других работающих сообщить о случившемся лицу, ответственному за безопасное производство работ кранами, для принятия мер по отключению крана от питающей сети.

При возникновении на кране пожара крановщик обязан немедленно прекратить работу, отключить рубильник питающей сети, вызвать пожарную охрану и приступить к тушению пожара, пользуясь имеющимися на кране средствами пожаротушения.

При возникновении стихийных, природных явлений(ураган, землетрясение и т.п. )крановщик должен прекратить работу, опустить груз на землю, площадку или перекрытие, покинуть кран и уйти в безопасное место.

При угоне крана ветром крановщик должен принять меры к его остановке в соответствии с руководством по эксплуатации крана (применение противовключения и др.),отключить электропитание, покинуть кран и закрепить его всеми имеющимися противоугонными устройствами, в том числе используя специальные башмаки.

При возникновении других аварийных ситуаций крановщик должен выполнить требования безопасности, изложенные в руководстве по эксплуатации крана.

Если во время работы крана имели место аварии или несчастный случай, то крановщик должен немедленно поставить в известность об этом лицо, ответственное за безопасное производство работ кранами, и обеспечить сохранность обстановки аварии или несчастного случая, если это не представляет опасности для жизни и здоровья людей.

Обо всех аварийных ситуациях крановщик обязан сделать запись в вахтенном журнале и поставить в известность инженерно-технического работника, ответственного за содержание грузоподъемных машин в исправном состоянии.

#### **4.5 Экологическая безопасность**

Все нормы и правила экологической и рабочей безопасности должны быть определены и зафиксированы в определенном документе. Экологический паспорт предприятия – это комплексная статистика данных, отображающих степень пользования данным предприятием природных ресурсов и его уровню загрязнения прилегающих территорий. Экологический паспорт предприятия разрабатывается за счет компании после согласования с соответствующим уполномоченным органом и подвергается постоянной корректировке в связи с перепрофилированием, изменениями в технологии, оборудовании, материалов и т.д.

Основные принципы охраны окружающей среды:

- нормативно-правовое обеспечение охраны окружающей СРЕДЫ.
- принципы экономической охраны (экологического стимулирования). Платежи, в пределах установленных лимитов, штрафные санкции за сверх лимитное превышение.
- принцип лимитирования деятельности или ограничения.
- принцип сохранения биоразнообразия;
- реализация экспертных оценок и критериев в области охранно-окружающей СРЕДЫ (проведение экспертизы, мониторинговые наблюдения).

Анализ существующего менеджмента качества показывает следующее:

1. На предприятии ведется планирование, мониторинг, анализ экологической работы и управление в области экологической безопасности, осуществляемый централизованно отделом охраны окружающей среды.

2. Контроль сбросов, выбросов загрязняющих веществ осуществляется аккредитованными аналитическими лабораториями, методическое обеспечение которых соответствует Федеральному реестру.

3. Объединение стремится к совершенствованию методов контроля окружающей среды, внедряя непрерывный автоматический производственно-экологический мониторинг.

4. Разработан Технический проект Автоматизированной системы производственно экологического мониторинга.

На предприятии также создана система экологического мониторинга за контролем атмосферного воздуха, водной среды и почвенного слоя, основными задачами которой являются:

- Анализ состояния природной среды.
- Оценка воздействия работы производственных объектов на экологическое состояние окружающей среды.
- Разработка мероприятий по оптимальному функционированию природно-промышленного комплекса.

Предприятие активно ведет деятельность по информированию населения об экологическом состоянии объектов.

## **Заключение**

В ходе выполнения работы был выполнен обзор современного электропривода мостовых кранов и выявлены проблемы, которые присутствуют в крановом электроприводе.

В данной работе был рассмотрен и рассчитан частотно-регулируемый электропривод переменного тока. ЭП питается от 3х – фазной промышленной сети переменного тока с линейным напряжением 380 В частотой 50 Гц.

Произведен расчет системы управления электроприводами механизма.

С помощью имитационной модели, собранной в приложении Simulink программы MATLAB, была представлена работа мостового .

В экономической части выпускной квалификационной работы рассмотрены вопросы планирования, проведения пуско-наладочных работ электропривода мостового крана. Составлена смета на проведение ПНР и построен график выполнения пуско-наладочных работ и занятости исполнителей, а так же доказана экономическая целесообразность от внедрения спроектированного электропривода.

В разделе безопасности и экологичности проекта освещены вопросы: производственной безопасности; экологической безопасности; рассмотрены вероятные чрезвычайные ситуации при работе мостового крана.



### Список использованных источников

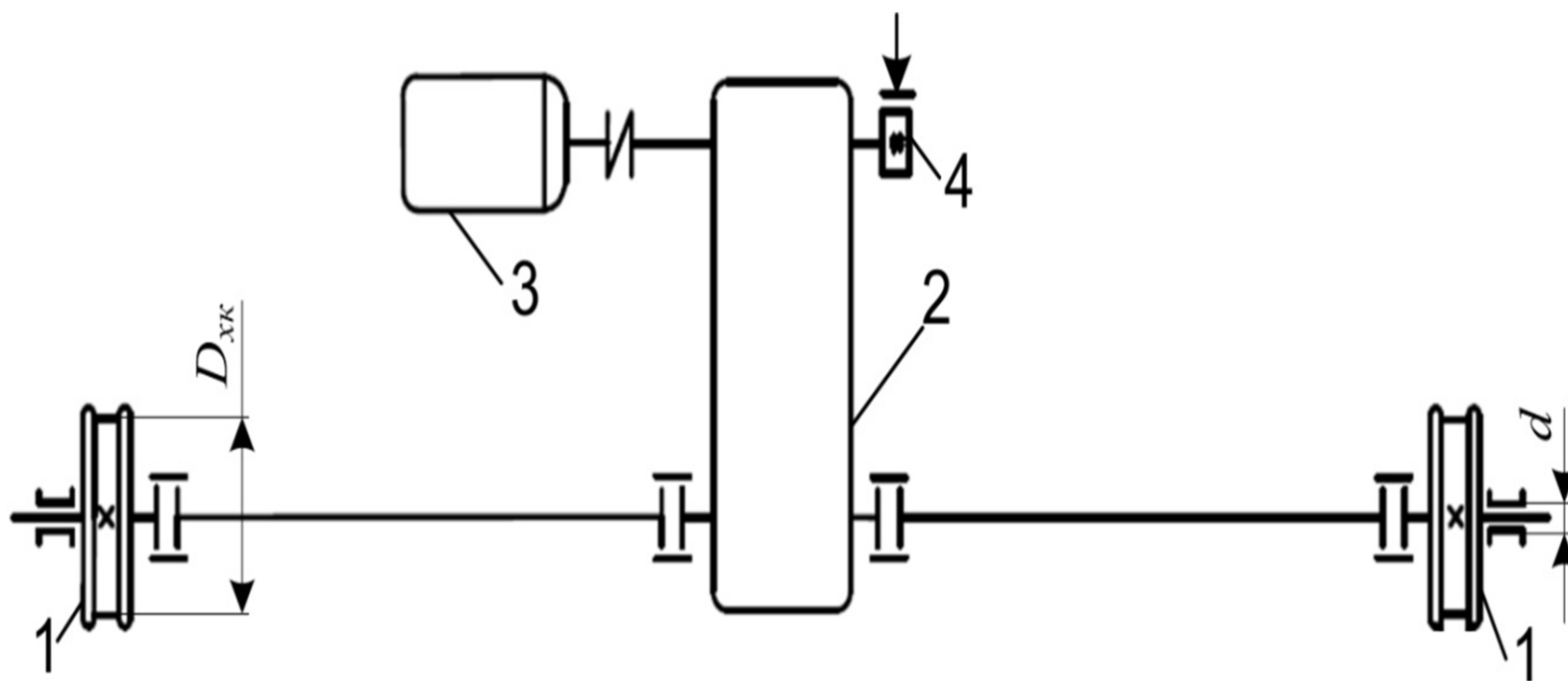
1. Александров М.П. Грузоподъемные машины: Учебник для вузов. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана – Высшая школа, 2000. – 552 с.
2. А. Б. Парницкий. Мостовые краны общего назначения: Конструкция, расчет, эксплуатация / А. Б. Парницкий, А. П. Шабашов. – 3-е изд., испр. и доп. – Москва: Машгиз. [Урал-Сиб. отд-ние], 1961. – 319 с., 2 л. черт. : ил.
3. Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов (ПБ 10-382-00). М.: ПИО ОБТ, 2000. – 268 с.
4. Шишков Н.А. Надежность и безопасность грузоподъемных машин. – М.: Недра, 1990. – 252 с.
5. Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов (ПБ 10-382-00). – М.: ПИО ОБТ, 2000. – 268 с.
6. Продажа кранового оборудования, его обслуживание, монтаж, реконструкция и модернизация [Электронный ресурс]. – URL: <http://dvesta.com> – Загл. с экрана. (дата обращения: 15.02.2014)
7. Гохберг М.М. Справочник по кранам: В 2 т. Т. 1. Характеристики материалов и нагрузок. Основы расчета кранов, их приводов и металлических конструкций/ В.И. Брауде, М.М. Гохберг, И.Е. Звягин и др.; Под общ. ред. М.М. Гохберга. – М.: Машиностроение, 1988. – 536 с.: ил.
8. Кацман М.М., Справочник по электрическим машинам: Учебное пособие для студ. образоват. учреждений сред. проф. образования. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 480 с.
9. Чернышев А.Ю. Электропривод переменного тока: учебное пособие/ А.Ю. Чернышев, И.А. Чернышев. – Томск: Изд-во ТПУ, 2008. – 218 с.
10. Удут Л.С., Мальцева О.П., Кояин Н.В. Проектирование и исследование электроприводов. Часть 8. – Асинхронный частотно-регулируемый электропривод: Учебное пособие. – Томск: Изд-во. ТПУ, 2010. – 448 с.

11. Ермоленко В.А. Расчет механизма подъема груза мостового крана – М: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2003. — 32 с.
12. Итоги развития и проблемы электропривода / Н.Ф. Ильинский, М.Г. Юньков. — Автоматизированный электропривод, 1990. – 217 с.

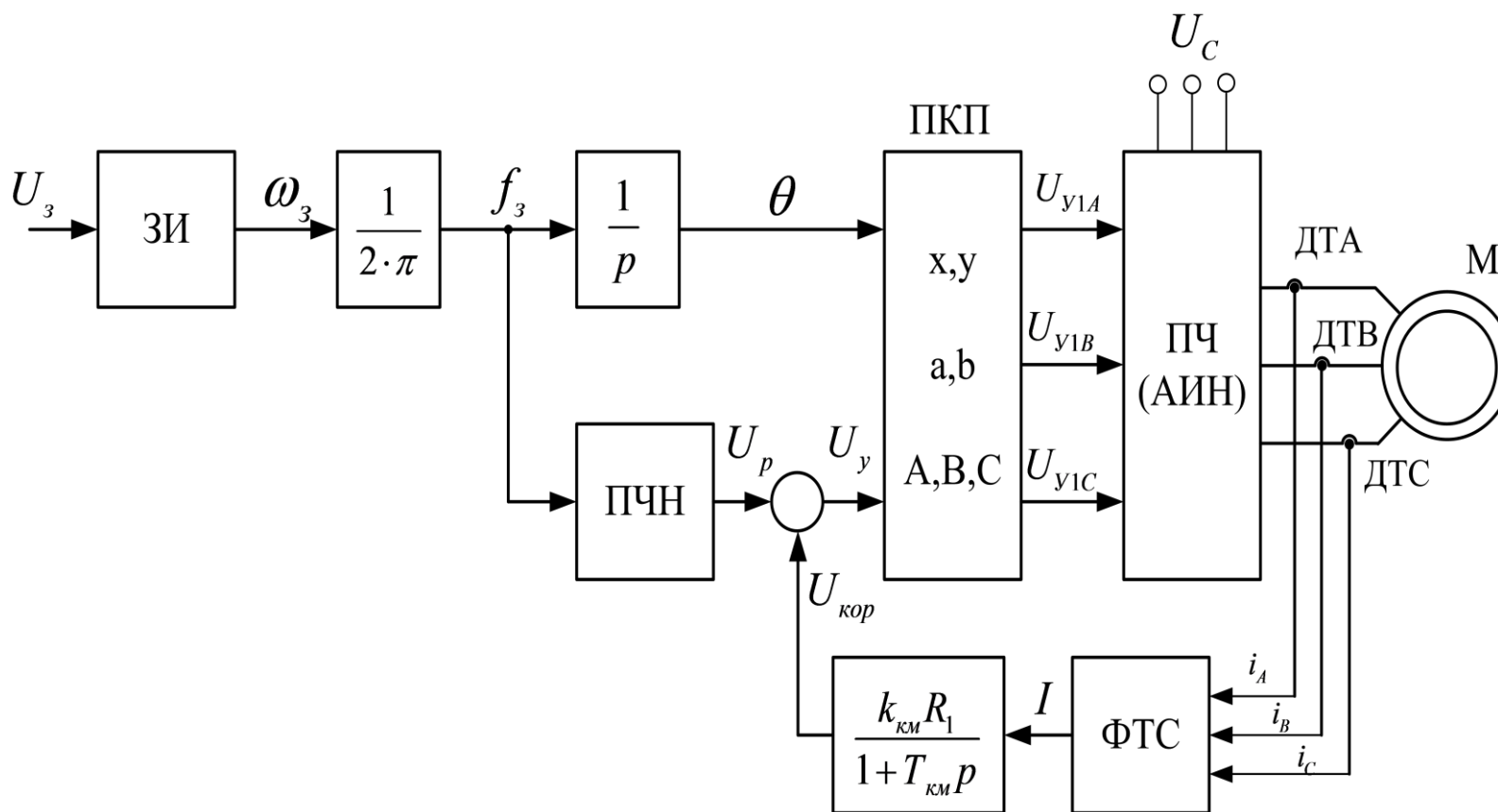
## **ПРИЛОЖЕНИЕ А**

Графический материал

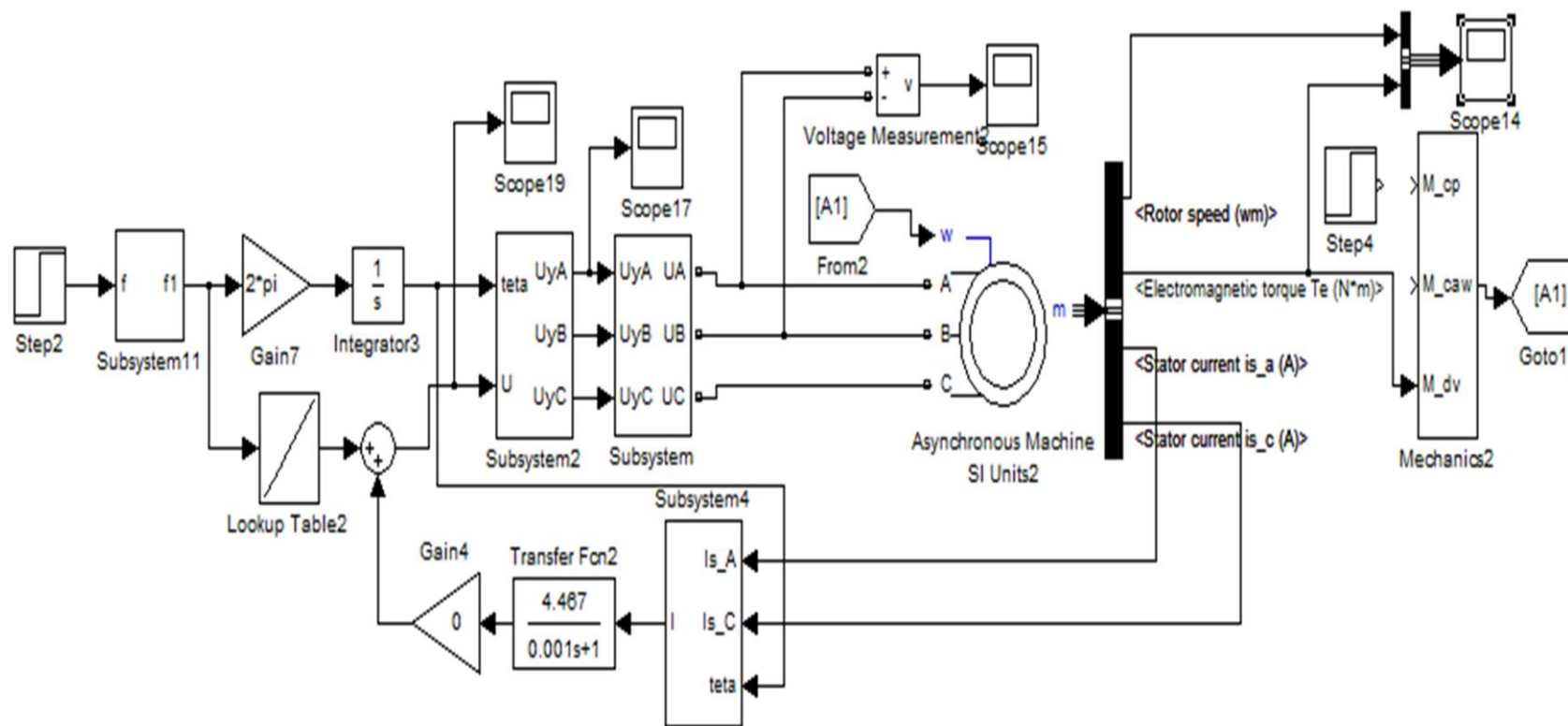
# Кинематические схемы механизма передвижения тележки



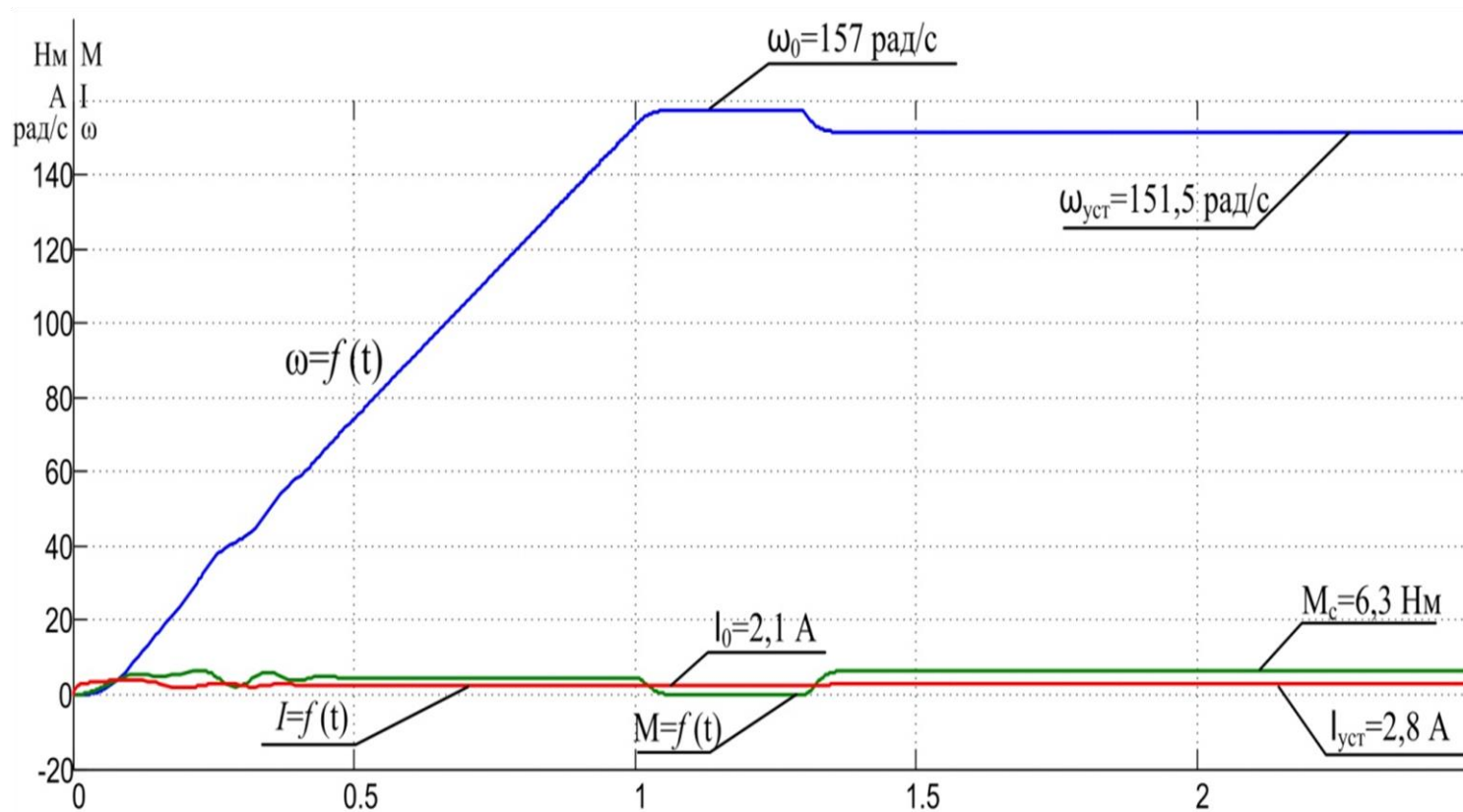
# Функциональная схема асинхронного электропривода с векторным управлением



# Имитационная модель электропривода передвижения мостового крана

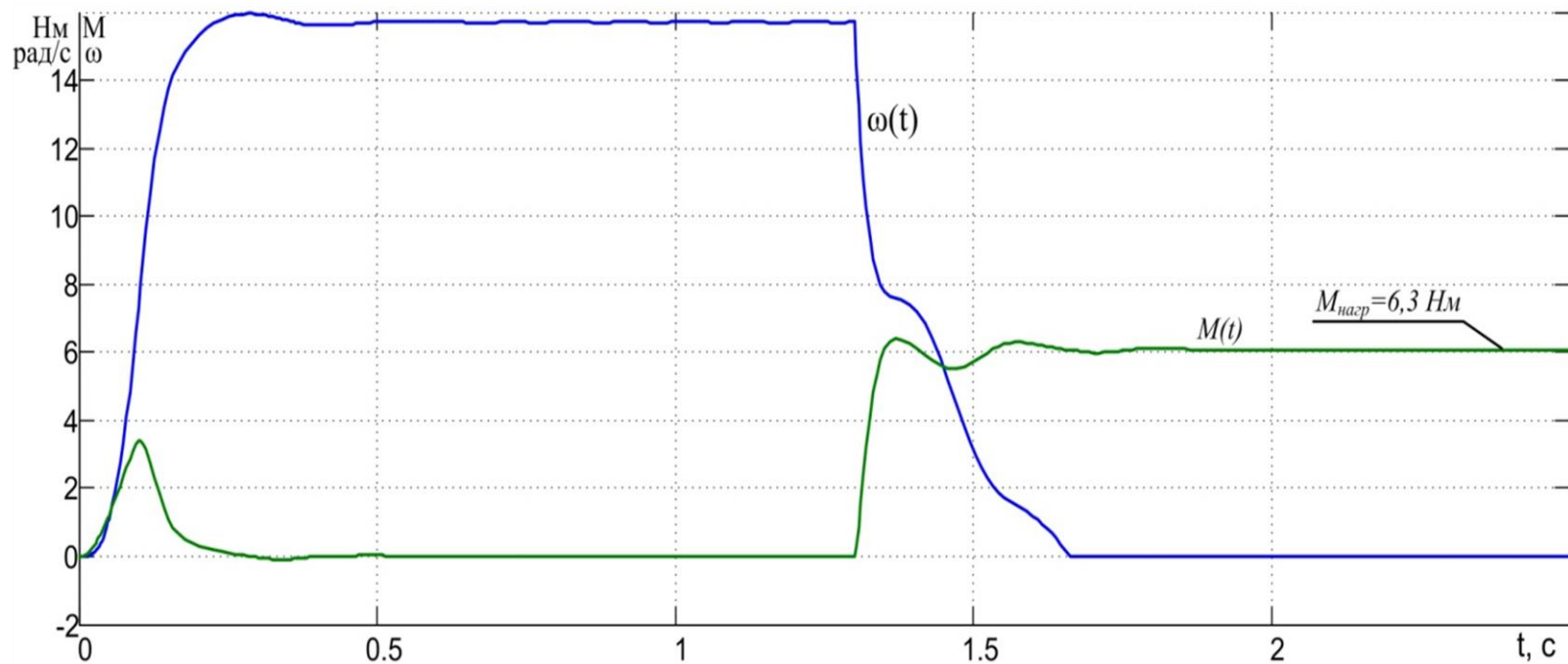


Переходные характеристики скорости ротора  $\omega(t)$ , электромагнитного момента  $M_{эм}(t)$  и тока статора  $i(t)$  при частоте 50 Гц



Пуск двигателя при 50 Гц с нагрузкой  $M_c = 6,3$  Нм:

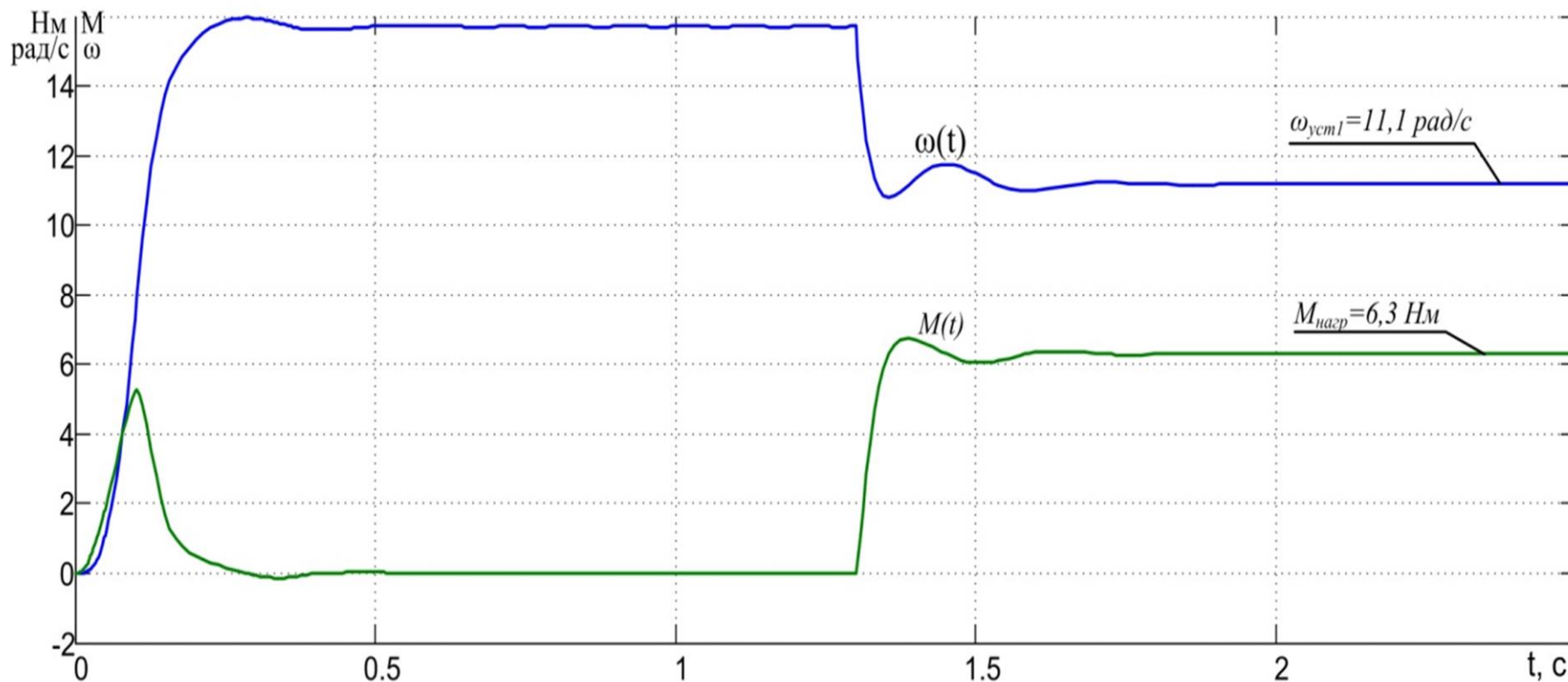
Переходные характеристики скорости ротора  $\omega(t)$ , электромагнитного момента  $M_{эм}(t)$  и тока статора  $i(t)$  при частоте 5 Гц



Пуск двигателя при 5 Гц,  $U_{1н4} = 22$  В с нагрузкой  $M_c = 6,3$  Нм



Переходные характеристики скорости ротора  $\omega(t)$ , электромагнитного момента  $M_{эм}(t)$  и тока статора  $i(t)$  при частоте 5 Гц



Пуск двигателя при 5 Гц,  $U_{1н4} = 32 \text{ В}$  с нагрузкой  $M_c = 6,3 \text{ Нм}$

## Диаграмма Ганта

№ этапа работ	Вид работ	Исполнители	Продолжительность одной работы дн.	Продолжительность выполнения работ по декадам												
				Фев.	Март			Апрель			Май			И		
				3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1		
1	Составление и проверка ТЗ	Р	1	-												
2	Изучение литературы	Д	11		—————											
3	Сбор исходных данных	Д	12			—————										
4	Подготовка и ввод данных в ЭВМ	Д	9				—————									
5	Расчет на ЭВМ нагрузок вентилятора	Д	14					—————								
6	Выбор оборудования	Д	1							-						
		Р	7							—————						
7	Расчет элементов электропривода, построение характеристик	Д	1								-					
		Р	12								—————					
8	Проверка правильности выбора оборудования	Р	1									-				
		Д	17									—————				
9	Оформление пояснительной записки	Д	10											—————		
10	Сдача проекта	Р	1													.
		Д	1													-