


Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Политехнический  
институт  
Подъемно-транспортные машины и роботы  
кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

 Г.С. Гришко

подпись инициалы, фамилия

«26» июня 2017 г.

**ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ**

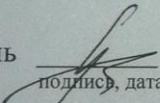
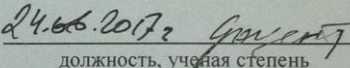
23.05.01.02 – Подъемно-транспортные, строительные, дорожные средства и  
код и наименование специальности

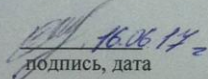
оборудование

Разработка технических устройств для обеспечения доступной среды  
людям с ограниченными возможностями

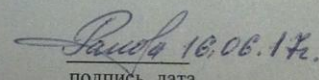
тема

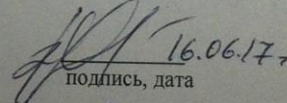
Пояснительная записка

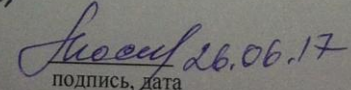
Руководитель  24.06.2017 г.   
подпись, дата должность, ученая степень А.Ю. Смолин  
инициалы, фамилия

Выпускник  16.06.17 г.  
подпись, дата А.В. Курицын  
инициалы, фамилия

Консультанты по разделам:

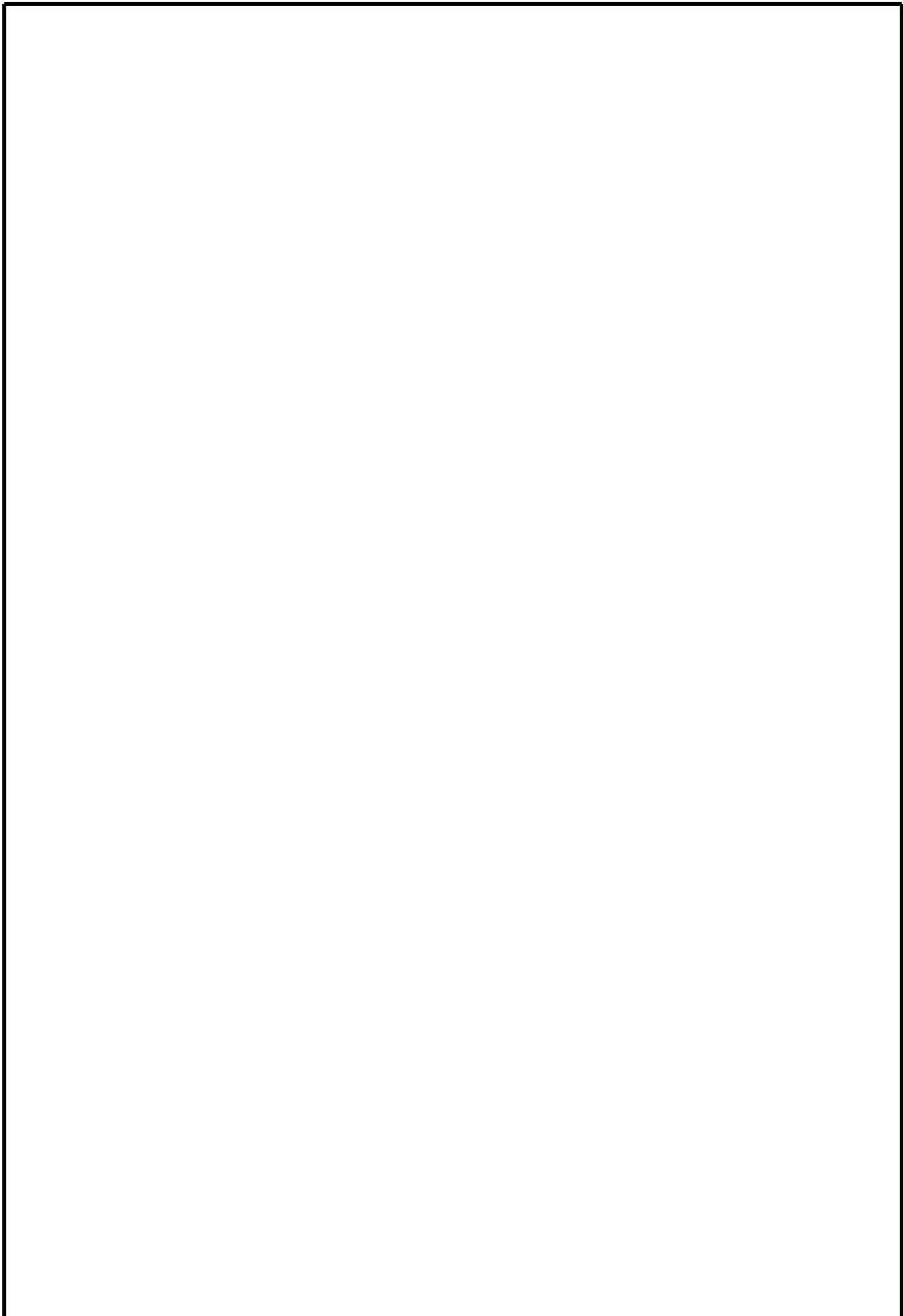
Экономическая часть  16.06.17 г.  
наименование раздела подпись, дата О.А. Ракова  
инициалы, фамилия

Безопасность проекта  16.06.17 г.  
наименование раздела подпись, дата В.В. Храмов  
инициалы, фамилия

Нормоконтролер  26.06.17 г.  
подпись, дата Л.Ф. Москвичева  
инициалы, фамилия

Красноярск 2017

					<b>ДП110-07.480063 ПЗ</b>		
		Санёк					
		(Выберите дату)					
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата			
Разраб		Курицын			Литера	Лист	Листов
Пров		Смолин			у	2	
Н. Контр.		Москвичева			<b>СФУ ПИ</b>		
Утв		Гришко			<b>гр.ФТ12-07С</b>		
<b>Разработка технических устройств для обеспечения доступной среды людям с ограниченными возможностями</b>							



					<i>ДП110-07.480063 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		3

## СОДЕРЖАНИЕ

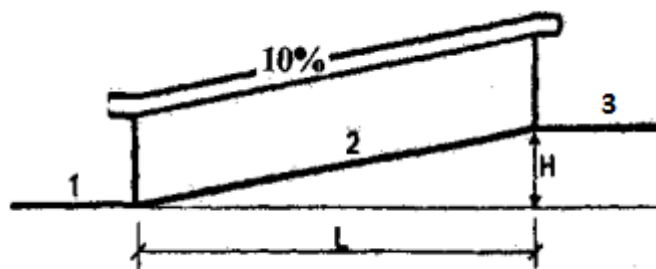
Введение .....	6
1 Описание и обоснование выбранной конструкции .....	9
1.1 Область применения наклонного подъёмника .....	9
1.2 Преимущества наклонных подъемников.....	9
1.3 Общее устройство наклонного подъемника.....	10
1.4 Описание конструкции предлагаемого наклонного подъемника .....	12
1.5 Управление наклонным подъемником .....	13
2 Патентно-информационный поиск.....	15
3 Расчеты, подтверждающие работоспособность наклонного подъемника .....	19
3.1 Расчет производительности .....	19
3.2 Тяговый расчёт по отдельным участкам .....	22
3.3 Выбор мотор-редуктора .....	25
3.4 Проверка изменения скорости подъемника .....	26
3.5 Расчёт тормозного момента .....	27
3.6 Расчет приводного вала .....	28
3.7 Расчет неприводного вала .....	34
3.8 Расчет шпоночных соединений.....	38
3.9 Выбор подшипников.....	39
3.10 Расчёт натяжного устройства .....	41
4 Сопутствующие варианты технических устройств .....	46
4.1 Универсальный винтовой подъемник.....	46
4.2 Ножничный подъемник .....	47
4.3 Пластинчатый конвейер .....	49
5 Безопасность при эксплуатации подъёмников.....	50
5.1 Анализ опасных и вредных факторов .....	50

5.2	Защита от шума .....	50
5.3	Электробезопасность .....	51
5.4	Травмобезопасность.....	55
5.5	Пожарная безопасность.....	57
6	Ожидаемые технико-экономические показатели .....	58
6.1	Расчет стоимости технических устройств.....	58
6.2	Оценка конкурентоспособности.....	59
6.3	Определение значимости параметров качества модели .....	60
6.4	Бальная оценка параметров моделей .....	61
6.5	Расчет коэффициента конкурентоспособности моделей.....	62
6.6	Определение значимости параметров качества модели, исключая все экономические параметры .....	63
6.7	Бальная оценка параметров моделей, исключая все экономические параметры .....	64
6.8	Расчет линейного коэффициента показателя качества моделей.....	64
6.9	Расчет интегрального показателя конкурентоспособности моделей .....	64
6.10	Индивидуальная оценка результатов.....	65
	Заключение .....	66
	Список использованных источников .....	67
	Приложение А Копии патентов .....	66

## ВВЕДЕНИЕ

Современным городам необходимо двигаться в социальном развитии, надо развивать и ужесточать контроль, а так же требования к установке технических средств – будь это простой магазин, подземный или надземный переход, уклоны при съезде на проезжую часть для пересечения дороги и заезды обратно на тротуар, правильное открытие дверей в сторону технических средств, необходимые размеры горизонтальной площадки до/после подъёма. Одним из направлений являются пандусы.

Пандус – это наклонная поверхность для вертикального перемещения инвалидов на креслах-колясках, пешеходов с детскими колясками и других категорий населения. Пандус всегда состоит из трех частей (рисунок 1): Горизонтальная площадка в начале пандуса; наклонная поверхность пандуса; горизонтальная площадка в конце пандуса.



1 – горизонтальная площадка в начале пандуса; 2 – наклонная поверхность пандуса; 3 – горизонтальная площадка в конце пандуса.

Рисунок 1 – Пандус

Одна из самых распространенных ошибок проектирования пандуса заключается в том, что архитекторы либо забывают предусмотреть горизонтальную площадку в начале пандуса, либо ее размеров недостаточно, чтобы на инвалидной коляске подъехать к началу наклонной части пандуса.

А ведь тогда и воспользоваться этим пандусом человек с ограниченными возможностями не сможет. Размеры площадки в конце пандуса должны обеспечить возможность полностью горизонтального размещения на ней кресла-коляски. Это обеспечит стабильное и безопасное положение коляски, при котором инвалид может убрать руки с колес и освободить их для других действий (достать ключ из кармана, открыть дверь и т.п.). Наклонная часть пандуса не может начинаться близко от стены (или другого препятствия) и не может заканчиваться вплотную к двери (или другому препятствию). Угол наклона технических средств в большинстве случаев является непреодолимым барьером без лишней помощи.

Существуют коммуникации по которым необходимо передвигаться людям с ограниченными возможностями, но установить пандусы на них не представляется возможным, так как препятствие является слишком длинным, и имеет большой угол наклона. Человек с ограниченными возможностями физически не сможет преодолеть это препятствие. Примером такого строительного объекта является набережная города Красноярск, которая на всем своем протяжении не имеет ни одного доступного спуска (рисунок 2).



Рисунок 2 – Естественный рельеф набережной г.Красноярск

					<b>ДП110-07.480063 ПЗ</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		7

С целью адаптации этого объекта перемещению людей с ограниченными возможностями предлагается разработать техническое устройство полностью адаптирующее данный объект для выполнения данных функций. С целью анализа необходимых технических характеристик устройства, проведены исследования набережной г.Красноярска. Замерив все данные, пришли к выводу, что угол подъёма 16 градусов не соответствует требованиям СНиП и задачам безбарьерной среды.

В качестве технического устройства предлагается наклонный подъемник, решающий следующие проблемы: подъём по наклонной местности с сохранением горизонтального положения платформы с пассажирами, обеспечивающего возможность и безопасность перемещения по данному участку , а так же для непосредственного подъёма на необходимую высоту.

					<b>ДП110-07.480063 ПЗ</b>	<i>Лист</i>
						8
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

## 1 Описание и обоснование выбранной конструкции

### 1.1 Область применения наклонного подъемника

Наклонный подъемник представляет собой устройство, обеспечивающее одновременное перемещение несколько сотен килограмм на достаточно большую высоту под углом к горизонту. Областью его применения являются все виды строительно-архитектурных, погрузочно – разгрузочных работ на складах и торговых объектах.

Наклонные подъемники отличаются не только простотой конструкции, но и относительно невысокой стоимостью. Для приведения механизма в действие используется электрический двигатель. До места проведения работ он может быть доставлен путем полной погрузки. К тому же, его можно использовать даже в тех местах, где справиться с поставленной задачей обычным видам строительной техники не представляется возможным.

В зависимости от конкретных требований подъемник может быть предназначен для подъема всего пары сотен килограммов, а может иметь грузоподъемность десятки тонн. Посредством наклонных подъемников возможно транспортировать груз на расстояние до 100 метров.

### 1.2 Преимущества наклонных подъемников

Основными достоинствами можно считать следующие:

- транспортировка широкого ассортимента грузов ;
- способность транспортировки по сложной траектории;
- способность осуществления транспортировки по трассе с крутыми подъемами;
- возможность изменения и дополнения конфигурации в зависимости от задач благодаря унифицированным узлам, из которых состоит подъемник;
- надежность, прочность и долговечность;

					<b>ДП110-07.480063 ПЗ</b>	Лист
						9
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		







разгрузочных работ. Пульты управления с возможностью блокировки ключом для ограничения доступа к подъемнику.

#### **1.4 Описание конструкции предлагаемого наклонного подъемника**

Наклонный подъёмник применяют для подъёма различных грузов и они всё больше развиваются в современном мире. Ему находят применение во многих сферах жизни: строительство, погрузо-разгрузочные работы на складах и торговых площадках. Предлагаемая конструкция с использованием наклонного подъёмника, заключается в том чтобы человек с ограниченными возможностями мог преодолеть наклонные участки с большим углом наклона.

Набережная в городе Красноярске (левый берег) совершенно не предусмотрена для перемещения маломобильных групп населения.

Угол подъёма на данном участке более 20 градусов, что не соответствует СНиП 35-01-2001, даже физически здоровому человеку не получится спуститься/подняться под таким углом, так как при подъёме на кресле-колеске человек опрокинется, а при спуске он либо разовьёт большую скорость что очень опасно, либо просто опрокинется сразу, как только заедет на спуск.

По этим причинам предлагается использовать наклонный подъёмник. Принцип действия заключается в том, что на наклонном участке местности будет установлен наклонный подъёмник заглублённый в фундамент показано на рисунке 1.1 для удобства заезда человека на него. При подъезде/наезде к/на наклонному подъёмнику для спуска/подъёма, человек нажимает кнопку «вверх/вниз», ожидает подъемную платформу, заезжает на платформу, нажимает кнопку «вверх/вниз» и перемещается в нужном ему направлении, находясь на горизонтальной площадке.

					<b>ДП110-07.480063 ПЗ</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		12



Пульт управления - это устройство принимающее команды подаваемые от человека.

Пульты управления могут быть джойстиковые, кнопочные, сенсорные, проводные и беспроводные. Джойстиковые и сенсорные проводные/беспроводные не подходят, так как есть риски что их сломают либо украдут, поэтому необходим антивандальный вариант.

В проекте будет использоваться кнопочно-кабельный вариант зафиксированный на стене. Это простота, надёжность и невысокая стоимость.

					<b>ДП110-07.480063 ПЗ</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		14



Авторское свидетельство № 2526315 относится к конструкциям ловителя механического типа и предназначено для остановки и удержания грузонесущего устройства подъемника в случае обрыва или ослабления подъемного каната. Ловитель используется для обеспечения безопасности эксплуатации мачтовых подъемников как с боковым размещением грузонесущего устройства, так и для грузонесущих устройств, подвешенных на двух канатах.

Техническими результатами настоящего изобретения является упрощение конструкции ловителя, его сборки и обслуживание, а также повышение надежности срабатывания ловителя и повышение безопасности работы грузового подъемника, снабженного данным ловителем. Кроме того, решается задача расширения номенклатуры грузовых подъемников, в которых может применяться данная конструкция ловителя.

Указанные технические результаты достигаются тем, что ловитель, содержащий серьгу для соединения с подъемным канатом, подпружиненный упор, в виде двуплечего рычага, шарнирно установленный с возможностью ограниченного поворота и взаимодействия с перфорируемой направляющей, размещен в корпусе для установки его на грузонесущей платформе, в котором выполнена продольная направляющая полость, ориентированная по оси подъемного каната. В корпусе на оси размещен упор, внешнее плечо которого подпружинено относительно корпуса, а также посредством пальцев установлен толкатель, подпружиненный относительно корпуса с направлением усилия в противоположную сторону натяжения подъемного каната и с возможностью ограниченного перемещения вдоль направляющей полости. Серьга размещена на свободном, выступающем из корпуса конце толкателя, на втором, размещенном в корпусе, конце которого выполнен выступ, взаимодействующий с внутренним плечом подпружиненного упора.

Авторское свидетельство № 1572410 относится к области подъемных устройств, в частности к устройствам для управления грузовой платформой наклонного подъемника. Целью изобретения является повышение





конца подъемника и имеющая канатный барабан. Согласно первому варианту выполнения установки либо несущая рама тележки платформы, либо противовес снабжены одним намоточным барабаном или установленными на общем валу несколькими намоточными барабанами, вокруг каждого из которых наматываются витки соответствующего одного каната, намоточные барабаны выполнены с возможностью привода от двигателя посредством цепи, при этом платформа выполнена с возможностью размещения на ней грузового автомобиля, нагружаемого материалом отвала или добытой породой. Согласно второму варианту выполнения установки подъемная установка дополнительно снабжена гидравлическим цилиндром и переставным механизмом, воздействующими на упомянутый намоточный барабан для фиксации длины соответствующего каната. Согласно третьему варианту выполнения установки платформа имеет уложенный на ее тележку настил для размещения на нем грузового автомобиля, а упомянутая тележка снабжена расположенными на ее четырех углах фиксирующими цапфами, зацепляющимися с указанным настилом и ориентированными в направлении движения указанной платформы.

Технический результат – повышение надежности и экономичности эксплуатации установки при увеличении глубины разработки.

Копии патентов изобретений представлены в приложении А.

					<b>ДП110-07.480063 ПЗ</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		18

### 3 Расчеты, подтверждающие работоспособность наклонного подъемника

Исходные данные:

Грузоподъемность – 500 кг;

Скорость подъема – 0,5 м/с;

Длина наклонного участка – 23 м;

Высота подъема – 5,77 м;

Угол наклона – 16°;

#### 3.1 Расчет производительности

Расчётная производительность подъемника

$$Z_{max} = \frac{K_H \cdot z}{K_r}, \quad (3.1)$$

где  $K_H = 1,92$  – коэффициент неравномерности загрузки [1, с. 177];

$K_r = 0,96$  – коэффициент готовности [1, с. 177];

$z = 6$  – производительность конвейера, человек в час,

$$Z_{max} = \frac{1,92 \cdot 6}{0,96} = 12 \text{ чел/ч}$$

Массовая производительность

$$Q = \frac{m_r \cdot Z_{max}}{1000}, \quad (3.2)$$

где  $m_r = 500$  – масса платформы и двух человек с коляской, кг;

$Z_{max} = 12$  – расчетная производительность, человек в час,

$$Q = \frac{500 \cdot 12}{1000} = 6 \text{ т/ч}$$

Скорость конвейера

$$v = \frac{z_{max} \cdot a_0}{3600}, \quad (3.3)$$

где  $a_0 = 23$  – расстояние между грузами, м;

$z_{max}$  – то же, что и в формуле (3.2),

$$v = \frac{12 \cdot 23}{3600} = 0,077 \text{ м/с}$$

Увеличиваем скорость до 0,5 м/с.

Для штучных грузов ширину настила выбирают по габаритным размерам груза, способу его укладки и количеству, при этом зазор между грузами должен составлять минимум 100–300 мм.

По ГОСТ 19245-93 максимальные размеры детской коляски В – ширина не более 800 мм (2-х местная для детей до 3-х лет), по ГОСТ 50602-93 максимальные размеры кресел-колясок В – ширина не более 700 мм.

Так как коляска и пассажиры будут располагаться на платформе, то ширину настила принимаем по габаритным размерам платформы, в соответствии с нормальным рядом В=1000 мм.

Линейную силу тяжести настила с цепями  $q_0$  (Н/м) определяют по справочникам и каталогам, обычно

$$q_0 \approx 600B + A, \quad (3.4)$$

где  $A = 700$  – эмпирический коэффициент [1, с. 175];

$B$  – ширина настила,

					<b>ДП110-07.480063 ПЗ</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		20

$$q_0 \approx 600 \cdot 1 + 700 = 1300 \text{ Н/м}$$

Определим линейную силу тяжести груза

$$q_{\Gamma} = \frac{g \cdot m_{\Gamma}}{a_0}, \quad (3.5)$$

где  $m_{\Gamma}$  – то же, что и в формуле (3.2);

$a_0$  – то же, что и в формуле (3.3),

$$q_{\Gamma} = \frac{9,81 \cdot 500}{23} = 213,3 \text{ Н/м}$$

Тяговый расчёт начинаем с точки наименьшего натяжения. Наименьшее натяжение цепи возможно в точке 1 или 2 (рисунок 3.1).

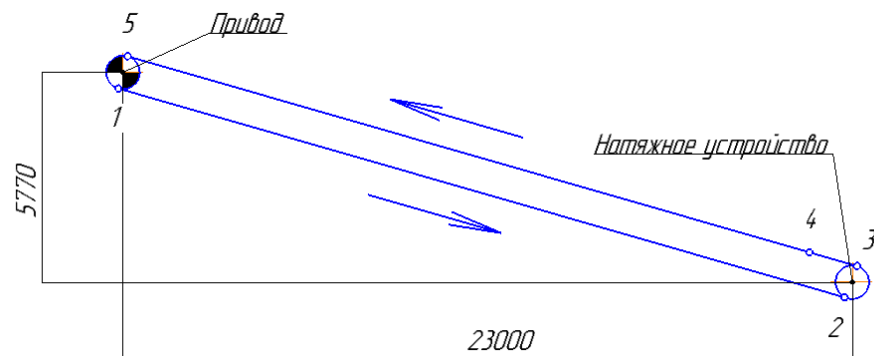


Рисунок 3.1 – Расчетная схема подъемника

$$q_0 \cdot L \cdot \omega > H \cdot q_0, \quad (3.6)$$

где  $\omega = 0,020$  – ориентировочное значение коэффициента для пластинчатых катковых цепей [1, с. 175];

$L = 23$  – длина участка, м,

$$q_0 \cdot 23 \cdot 0,020 = 0,46q_0 < Hq_0$$

Следовательно  $S_{min} = S_2$ ; принимаем  $S_2 = 1000$  Н.

Максимальное натяжение ходовой части находим приближенно по обобщённой формуле

$$S_{max} = 1,05\{S_{min} + \omega[(q_{\Gamma} + q_0)L_{\Gamma} + q_0L_x] \pm (q_{\Gamma} + q_0) \cdot H\}, \quad (3.7)$$

где  $L_{\Gamma} = L_x = 23$  – длины горизонтальной проекции загруженной и незагруженной ветвей конвейера, м;

$H = 5,77$  – высота подъема груза, м;

Знак «+» в формуле – для участков подъема, «-» – для участков спуска,

$$S_{max} = 1,05\{1000 + 0,020[(213,3 + 1300)23 + 1300 \cdot 23] + (213,3 + 1300) \cdot 5,77\} = 11783,8 \text{ Н}$$

### 3.2 Тяговый расчёт по отдельным участкам

Для выполнения тягового расчета трассу подъемника разбивают на участки, нагрузка и сопротивления в которых постоянны, показано на рисунке 3.2.

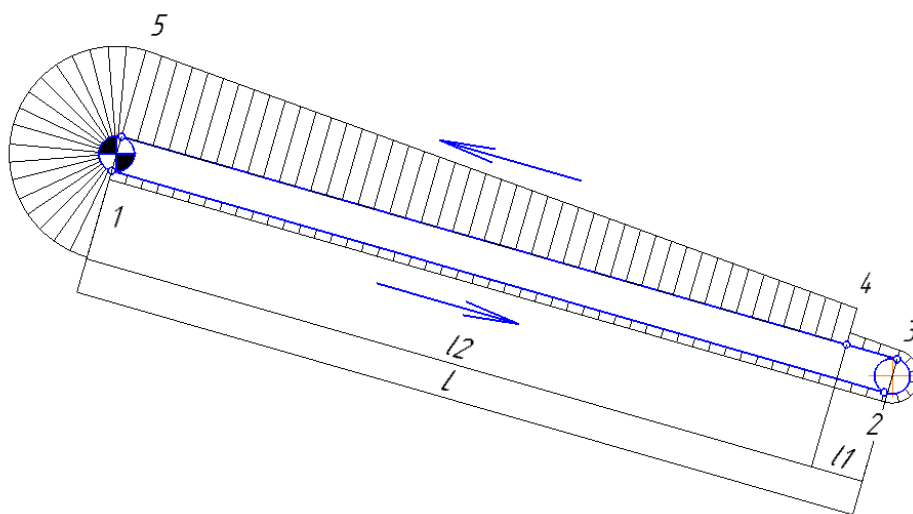


Рисунок 3.2 – Диаграмма натяжения цепи подъемника

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

ДП110-07.480063 ПЗ

Лист

22

Сопротивление на прямолинейных наклонных участках для загруженной ветви

$$W_{н.в.} = (q_0 + q_{\Gamma}) \cdot (L \cdot \omega + H), \quad (3.8)$$

где  $q_0 = 1300$  – линейная сила тяжести настила с цепями, Н/м;

$q_{\Gamma} = 213,3$  – линейная сила тяжести груза, Н/м;

$\omega, L$  – то же, что и в формуле (3.6);

$H$  – то же, что и в формуле (3.7),

$$W_{н.в.} = (1300 + 213,3) \cdot (23 \cdot 0,020 + 5,9) = 9625 \text{ Н}$$

Для незагруженной ветви

$$W_{н.н.} = q_0 \cdot (L \cdot \omega - H), \quad (3.9)$$

где  $q_0, q_{\Gamma}$  – то же, что и в формуле (3.8);

$\omega, L$  – то же, что и в формуле (3.6);

$H$  – то же, что и в формуле (3.7),

$$W_{н.н.} = 1300 \cdot (23 \cdot 0,020 - 5,9) = -7072 \text{ Н}$$

Общее тяговое усилие

$$P_{\text{ст}} = \Sigma W = W_{н.в.} + W_{н.н.}, \quad (3.10)$$

$$P_{\text{ст}} = 9625 - 7072 = 2553 \text{ Н}$$

Наибольшее статическое натяжение тяговых цепей

$$S_{\text{ст}} = 1,05(S_{\text{max}} + \Sigma W), \quad (3.11)$$

$$S_{\text{ст}} = 1,05(11783,3 + 2553) = 15053 \text{ Н}$$

Натяжение цепи в остальных точках участка

$$S_{min} = S_2 = 1000 ,$$

$$S_3 = S_2 \cdot K_1, \quad (3.12)$$

$$S_3 = 1000 \cdot 1,08 = 1080 \text{ Н},$$

$$S_4 = S_3 + (q_0 + q_{\Gamma}) \cdot l_1 \cdot \omega, \quad (3.13)$$

$$S_4 = 1080 + (1300 + 213,3) \cdot 2 \cdot 0,020 = 1140,5 \text{ Н},$$

$$S_5 = S_4 + (q_0 + q_{\Gamma}) \cdot (l_2 \cdot \omega + H), \quad (3.14)$$

$$S_5 = 1140,5 + (1300 + 213,3) \cdot (21 \cdot 0,020 + 5,9) = 10674,3,$$

$$S_1 = S_2 - (q_0 \cdot L \cdot \omega) + (q_0 \cdot H), \quad (3.15)$$

$$S_1 = 1000 - (1300 \cdot 23 \cdot 0,020) + (1300 \cdot 5,9) = 7268 \text{ Н}$$

Сравнение максимального натяжения, полученного по обобщённой формуле ( $S_{max} = 11783,8 \text{ Н}$ ) и по подробному расчёту ( $S_{max} = 10674,3 \text{ Н}$ ), показывает, что приближённый подсчёт даёт результат, увеличенный примерно на 10%.

Выбираем тяговую цепь. Расчётное усилие на одну цепь определяем по формуле

$$S_{p1} = \frac{S_{max}}{C_H}, \quad (3.16)$$

где  $C_H = 1,6 \div 1,8$  – коэффициент неравномерности распределения нагрузки между тяговыми цепями, при 2-х цепях  $C_H = 1,6 \div 1,8$  [1, с. 178],

$$S_{p1} = \frac{10674,3}{1,7} = 6279 \text{ Н}$$

В соответствии с требованиями РД 10-525-03 коэффициент запаса должен быть не менее 9, следовательно в качестве тягового органа принимаем две цепи пластинчатые с гладкими катками по ГОСТ 588-81 М80 с разрушающей нагрузкой 80 кН и шагом 160 мм.

Найдём тяговое усилие на приводных звёздочках

$$W = S_5 - S_1 + W_{пр} = S_5 - S_1 + (S_5 + S_1) \cdot (K_1 - 1), \quad (3.17)$$

$$W = 10674,3 - 7268 + (10674,3 + 7268) \cdot 0,08 = 4842 \text{ Н.}$$

### 3.3 Выбор мотор-редуктора

Потребляемая мощность электродвигателя при общем КПД передаточных механизмов привода  $\eta=0,75$  и коэффициенте запаса  $K_3=1$

$$N = \frac{W \cdot v}{1000 \cdot \eta}, \quad (3.18)$$

где  $W = 4842$  – тяговое усилие на приводных звёздочках, Н;

$v = 0,5$  – скорость подъемника, м/с;

$\eta = 0,75$  – КПД механизма,

$$N = \frac{4842 \cdot 0,5}{1000 \cdot 0,75} = 3,2 \text{ кВт}$$

Диаметр звездочки выбираем по [1, с. 53, табл.2.4]. Для с цепи с шагом 160 мм и числом зубьев  $z = 8$ , диаметр делительной окружности будет равен 418 мм.

Частота вращения приводной звездочки

$$n_{зв} = \frac{60 \cdot v}{\pi \cdot D_{зв}}, \quad (3.19)$$



где  $D_{зв} = 0,418$  – диаметр звездочки, м;

$\pi = 3,14$  – число Пи;

$v$  – то же, что и в формуле (3.18),

$$n_{зв} = \frac{60 \cdot 0,5}{3,14 \cdot 0,418} = 22,9 \text{ об/мин}$$

Выбираем червячный мотор-редуктор NMRV 150 112M4, характеристики мотор-редуктора представлены в таблице 3.1

Таблица 3.1 – Характеристики мотор-редуктора NMRV 150 112M

Мотор-редуктор	Мощность, кВт	Частота вращения выходного вала, об/мин	Крутящий момент, Н·м	Передаточное число	Масса, кг
NMRV 150 112M4	4,0	23,3	1195	60	48

### 3.4 Проверка изменения скорости подъемника

Расчётная скорость подъемника

$$v' = \frac{n_{дв} \cdot \pi \cdot D_{зв}}{60}, \tag{3.20}$$

где  $D_{зв}$ ,  $\pi$  – то же, что и в формуле (3.19);

$n_{дв} = 23,3$  – частота вращения выходного вала, об/мин.

$$v' = \frac{23,3 \cdot 3,14 \cdot 0,418}{60} = 0,51 \text{ м/с}$$

Определим изменение скорости в процентах по формуле

$$\Delta = \frac{v' \cdot v}{v'} \cdot 100\%, \quad (3.21)$$

$$\Delta = \frac{0,51 \cdot 0,5}{0,51} \cdot 100\% \approx 2\%.$$

### 3.5 Расчёт тормозного момента

Статический тормозной момент на валу двигателя, препятствующий обратному движению настила подъемника, под действием силы тяжести груза на наклонном участке подъемника при выключении электродвигателя.

Определяется для наклонных подъемников (для предотвращения самопроизвольного обратного хода при выключенном электродвигателе).

$$M_{\text{т.ст.}} = \left[ q_{\Gamma} \cdot H - 0,7(W - q_{\Gamma} \cdot H) \cdot \frac{\eta_{\text{дв}} \cdot D_{\text{зв}}}{2} \right], \quad (3.22)$$

где  $W$  – то же, что и в формуле (3.18);

$\eta_{\text{дв}} = 0,96$  – КПД привода;

$D_{\text{зв}}$  – то же, что и в формуле (3.19);

$q_{\Gamma}$  – то же, что и в формуле (3.8);

$H$  – то же, что и в формуле (3.7),

$$M_{\text{т.ст.}} = \left[ 213,3 \cdot 5,9 - 0,7(4842 - 213,3 \cdot 5,9) \cdot \frac{0,96 \cdot 0,418}{2} \right] = 755 \text{ Н}$$

Расчетный тормозной момент

$$M_{\text{т.р.}} = k_{\text{т}} \cdot M_{\text{т.ст.}}, \quad (3.23)$$

где  $(k_{\text{т}} = 1,5 \div 1,75)$  – коэффициент запаса торможения [2, с. 251], принимаем

$k_{\text{т}} = 1,5$ ;

$$M_{т.р.} = 1,5 \cdot 755 = 1132,5 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Установлен червячный мотор-редуктор, обратного хода настила подъемника не будет, следовательно установка тормоза не требуется.

### 3.6 Расчет приводного вала

Расчет валов на кручение и изгиб выполняют перед составлением компоновочной схемы приводного вала подъемника. Диаметр вала в опасном сечении определим из условия прочности на кручение при пониженных допускаемых напряжениях

$$d = \sqrt[3]{\frac{T}{0,2 \cdot [\tau]}}$$

где  $T = \frac{(S_5 - S_1) \cdot D_{зв}}{2} = \frac{(10674,3 - 7268) \cdot 0,418}{2} = 712$  – крутящий момент, Н·м;

$[\tau] = 25 \div 30$  – допускаемые напряжения на кручение;

$S_5, S_1$  – векторы от натяжения соответственно в набегающей и сбегающей ветвях тягового элемента, по результатам тягового расчета,

$$d = \sqrt[3]{\frac{712}{0,2 \cdot 30}} = 0,049 \text{ м} \quad (3.25)$$

Суммарная нагрузка на вал

$$F = S_5 + S_1, \quad (3.26)$$

где  $S_5, S_1$  – то же, что и в формуле (3.24),

$$F = 10674,3 + 7268 = 17942,3 \text{ Н}$$

Нагрузка на ступицу

$$F_c = \frac{F}{z}, \quad (3.27)$$

где  $z = 2$  – число ступиц на валу,

$$F_c = \frac{17942,3}{2} = 8971,1 \text{ Н}$$

Крутящий момент на валу:

$$T = F_t \frac{D_{зв}}{2}, \quad (3.28)$$

где  $F_t = S_5 - S_1 = 10674,3 - 7268 = 3406,3$  – окружное усилие Н;

$D_{зв}$  – то же, что и в формуле (3.19),

$$T = 3406,3 \frac{0,418}{2} = 712 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

При смонтированной на валу зубчатой муфте принимается, что на вал действует изгибающий момент

$$M_{и} = 0,1 \cdot T, \quad (3.29)$$

$$M_{и} = 0,1 \cdot 712 = 71,2 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Составим расчётную схему приводного вала (рисунок 3.3)

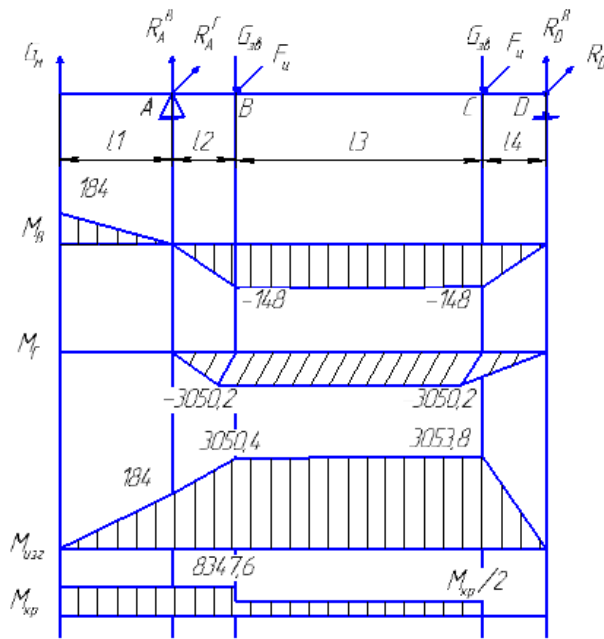


Рисунок 3.3 – Расчётная схема приводного вала

Прикладывая к валу нагрузки определяем реакции опор, задавшись длинами:  $l_1 = 0,3$  м,  $l_2 = 0,17$  м,  $l_3 = 0,66$  м и  $l_4 = 0,17$  м.

Нагрузка от звёздочки

$$G_{зв} = m \cdot g, \quad (3.30)$$

$$G_{зв} = 70 \cdot 9,81 = 686,7 \text{ Н}$$

Нагрузка от муфты

$$G_M = m \cdot g, \quad (3.31)$$

$$G_M = 62,5 \cdot 9,81 = 613,1 \text{ Н}$$

Реакции опор в горизонтальной плоскости из условия равновесия

$$\sum M_A^r = R_D^r \cdot (l_2 + l_3 + l_4) - F_{ц} \cdot (l_2 + l_3) - F_{ц} \cdot l_2 = 0, \quad (3.32)$$

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата
------	------	---------	---------	------

Откуда

$$R_D^r = F_{ц} = 17942,3 \text{ Н},$$

где  $F_{ц} = S_5 + S_1 = 10674,3 + 7268 = 17942,3 \text{ Н},$

$$\Sigma M_D^r = -R_A^r \cdot (l_2 + l_3 + l_4) + F_{ц} \cdot (l_3 + l_4) + F_{ц} \cdot l_4 = 0, \quad (3.33)$$

Откуда

$$R_A^r = F_{ц} = 17942,3 \text{ Н}$$

Реакции опор в вертикальной плоскости из условия равновесия

$$\Sigma M_A^B = R_D^B \cdot (l_2 + l_3 + l_4) - G_{зв} \cdot (l_3 + l_4) - G_{зв} \cdot l_2 + G_M \cdot l_1 = 0, \quad (3.34)$$

Откуда

$$R_D^B = \frac{G_{зв} \cdot (l_3 + l_4) + G_{зв} \cdot l_2 + G_M \cdot l_1}{(l_2 + l_3 + l_4)}, \quad (3.35)$$

$$R_D^B = \frac{686,7 \cdot 0,83 + 686,7 \cdot 0,17 + 613,1 \cdot 0,3}{1} = 870,7 \text{ Н},$$

$$\Sigma M_D^B = G_M \cdot (l_1 + l_2 + l_3 + l_4) - R_A^B \cdot (l_2 + l_3 + l_4) + G_{зв} \cdot (l_3 + l_4) + G_{зв} \cdot l_4 = 0, \quad (3.36)$$

Откуда

$$R_A^B = \frac{G_{зв} \cdot (l_3 + l_4) + G_{зв} \cdot l_4 + G_M \cdot (l_1 + l_2 + l_3 + l_4)}{(l_2 + l_3 + l_4)}, \quad (3.37)$$

$$R_A^B = \frac{686,7 \cdot 0,83 + 686,7 \cdot 0,17 + 613,1 \cdot 1,3}{1} = 1484,7 \text{ Н}$$

Определим изгибающие моменты в характерных сечениях вала.

– в сечении А

$$M_A^B = G_M \cdot l_1, \quad (3.38)$$

$$M_A^B = 613,1 \cdot 0,3 = 184 \text{ Н} \cdot \text{м},$$

$$M_A^r = 0$$

– в сечении В

$$M_B^B = G_M \cdot (l_1 + l_2) - R_A^B \cdot l_2, \quad (3.39)$$

$$M_B^B = 613,1 \cdot 0,47 - 1484,7 \cdot 0,17 = 35,7 \text{ Н} \cdot \text{м},$$

$$M_B^r = -R_A^r \cdot l_2, \quad (3.40)$$

$$M_B^r = -17942,3 \cdot 0,17 = -3050,2 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

– в сечении С

$$M_C^B = -R_D^B \cdot l_4, \quad (3.41)$$

$$M_C^B = -870,7 \cdot 0,17 = -148 \text{ Н} \cdot \text{м},$$

$$M_C^r = -R_D^r \cdot l_4, \quad (3.42)$$

$$M_C^r = -17942,3 \cdot 0,17 = -3050,2 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Определим суммарные изгибающие и эквивалентные моменты.

– в сечении А

$$M_A^{\text{изг}} = \sqrt{(M_A^B)^2 + (M_A^r)^2}, \quad (3.43)$$

$$M_A^{\text{изг}} = \sqrt{(184)^2 + 0} = 184 \text{ Н} \cdot \text{м},$$

$$M_A^{\text{экв}} = \sqrt{(M_A^{\text{изг}})^2 + (\alpha T)^2}, \quad (3.44)$$

$$M_A^{\text{экв}} = \sqrt{(184)^2 + (0,433 \cdot 17942,3)^2} = 7771,2 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

– в сечении В





С учётом ослабления сечения шпоночными пазами увеличиваем сечение на 15%

$$d_{\text{в}} = 0,055 \cdot 1,15 = 0,65 \text{ м} \quad (3.51)$$

Принимаем  $d_{\text{вал}}=0,65 \text{ м}$

Остальные диаметры назначаем конструктивно:

- диаметр вала под муфту – 65 мм;
- диаметр вала под подшипники – 70 мм;
- диаметр вала под звёздочками – 75 мм.

### 3.7 Расчет неприводного вала

Суммарная нагрузка на вал

$$F = S_2 + S_3, \quad (3.52)$$

где  $S_2, S_3$  – векторы от натяжения соответственно в сбегающей и набегающей ветвях тягового элемента, по результатам тягового расчета, Н,

$$F = 1000 + 1080 = 2080 \text{ Н}$$

Составим расчётную схему расчёта вала конвейера рисунок 3.4

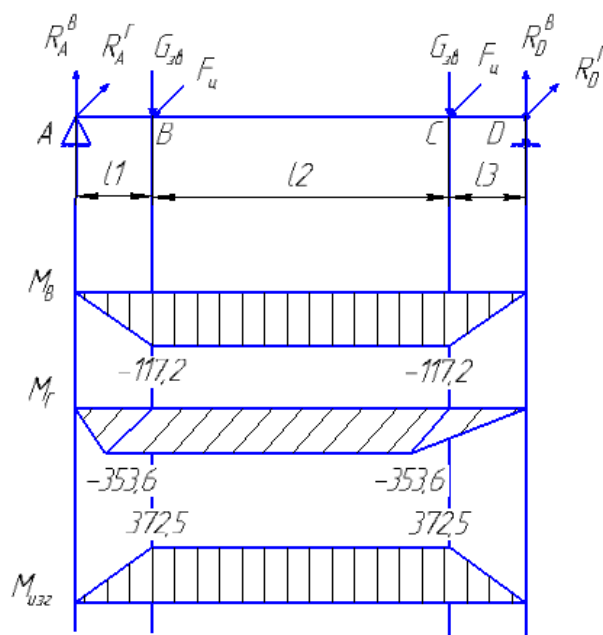


Рисунок 3.4 – Расчётная схема оси

Прикладывая к валу нагрузки определяем реакции опор, задавшись длинами:  $l_1 = 0,17$  м,  $l_2 = 0,66$  м,  $l_3 = 0,17$  м.

Реакции опор в горизонтальной плоскости из условия равновесия

$$\sum M_A^r = R_D^r \cdot (l_1 + l_2 + l_3) - F_{ц} \cdot (l_1 + l_2) - F_{ц} \cdot l_1 = 0, \quad (3.53)$$

Откуда

$$R_D^r = F_{ц} = 2080 \text{ Н},$$

где  $F = S_2 + S_3 = 1000 + 1080 = 2080 \text{ Н}$ ,

$$\sum M_D^r = -R_A^r \cdot (l_1 + l_2 + l_3) + F_{ц} \cdot (l_2 + l_3) + F_{ц} \cdot l_3 = 0, \quad (3.54)$$

Откуда

$$R_A^r = F_{ц} = 2080 \text{ Н}$$

Реакции опор в вертикальной плоскости из условия равновесия

$$\Sigma M_A^B = R_D^B \cdot (l_1 + l_2 + l_3) - G_{3B} \cdot (l_1 + l_2) - G_{3B} \cdot l_1 = 0, \quad (3.55)$$

Откуда

$$R_D^B = \frac{G_{3B} \cdot (l_1 + l_2) + G_{3B} \cdot l_1}{(l_1 + l_2 + l_3)}, \quad (3.56)$$

$$R_D^B = \frac{686,7 \cdot 0,83 + 686,7 \cdot 0,17}{1} = 686,7 \text{ Н}$$

Определим изгибающие моменты в характерных сечениях вала

– в сечении А

$$M_A^B = 0,$$

$$M_A^T = 0$$

– в сечении В

$$M_B^B = -R_A^B \cdot l_1, \quad (3.57)$$

$$M_B^B = -686,7 \cdot 0,17 = -117,2 \text{ Н} \cdot \text{м},$$

$$M_B^T = -R_A^T \cdot l_1, \quad (3.58)$$

$$M_B^T = -2080 \cdot 0,17 = -353,6 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

– в сечении С

$$M_C^B = -R_D^B \cdot l_3, \quad (3.59)$$

$$M_C^B = -686,7 \cdot 0,17 = -117,2 \text{ Н} \cdot \text{м},$$

$$M_C^T = -R_D^T \cdot l_3, \quad (3.60)$$

$$M_C^T = -2080 \cdot 0,17 = -353,6 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Определим суммарные изгибающие моменты

– в сечении А

$$M_A^{\text{изг}} = \sqrt{(M_A^{\text{В}})^2 + (M_A^{\text{Г}})^2} = 0 \quad (3.61)$$

– в сечении В

$$M_B^{\text{изг}} = \sqrt{(M_B^{\text{В}})^2 + (M_B^{\text{Г}})^2}, \quad (3.62)$$

$$M_B^{\text{изг}} = \sqrt{(-117,2)^2 + (-353,6)^2} = 372,5 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

– в сечении С

$$M_C^{\text{изг}} = \sqrt{(M_C^{\text{В}})^2 + (M_C^{\text{Г}})^2}, \quad (3.63)$$

$$M_C^{\text{изг}} = \sqrt{(-117,2)^2 + (-353,6)^2} = 372,5 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Определим расчётный диаметр вала

$$d_{\text{расч}} = \sqrt[3]{\frac{M_{\text{изг}}}{0,1 \cdot [\sigma_{\text{и}}]}}$$

$$d_{\text{расч}} = \sqrt[3]{\frac{372,5}{0,1 \cdot \frac{420 \cdot 10^6}{3}}} = 0,030 \text{ м} = 30 \text{ мм}$$

С учётом ослабления сечения шпоночными пазами увеличиваем сечение на 15%

$$d_{\text{ось}} = 0,030 \cdot 1,15 = 0,035 \text{ м} \quad (3.65)$$

Принимаем  $d_{\text{ось}} = 0,060 \text{ м}$

Остальные диаметры назначаем конструктивно:

– диаметр вала под подшипники – 60 мм;

– диаметр вала под звездочку – 70 мм.

Нагрузка на ступицу

$$F_c = \frac{F}{z}, \quad (3.66)$$

где  $z$  – число ступиц на валу,

$$F_c = \frac{2080}{2} = 1040 \text{ Н.}$$

### 3.8 Расчет шпоночных соединений

Размеры сечений шпонок и пазов и длины шпонок – по ГОСТ 23360 – 78.

Материал шпонок – сталь 45 нормализованная, шпонка 22×14.

Напряжения смятия и условие прочности

$$\sigma_{см}^{max} \approx \frac{2 \cdot T}{d \cdot (h - t_1) \cdot (l - b)} \leq [\sigma_{см}], \quad (3.67)$$

где  $T = 712 \cdot 10^3$  – крутящий момент, Н·мм;

$d = 75$  – диаметр вала, мм;

$l = 70$  – длина шпонки, мм;

$b = 22$  – ширина шпонки, мм;

$h = 14$  – высота шпонки, мм;

$t_1 = 9$  – глубина шпоночного паза, мм;

$[\sigma_{см}] = 120$  МПа,

$$\sigma_{см}^{\max} \approx \frac{2 \cdot 712 \cdot 10^3}{75 \cdot (14 - 9) \cdot (70 - 22)} = 79,1 \text{ МПа} \leq [\sigma_{см}]$$

Условие выполняется, шпонка выбрана верно.

Шпонка 20×12:

Напряжения смятия и условие прочности

$$\sigma_{см}^{\max} \approx \frac{2 \cdot T}{d \cdot (h - t_1) \cdot (l - b)} \leq [\sigma_{см}], \quad (3.68)$$

где  $T = 712 \cdot 10^3$  – крутящий момент, Н·мм;

$d = 65$  – диаметр вала, мм;

$l = 110$  – длина шпонки, мм;

$b = 20$  – ширина шпонки, мм;

$h = 12$  – высота шпонки, мм;

$t_1 = 7,5$  – глубина шпоночного паза, мм;

$[\sigma_{см}] = 120$  МПа,

$$\sigma_{см}^{\max} \approx \frac{2 \cdot 712 \cdot 10^3}{65 \cdot (12 - 7,5) \cdot (110 - 20)} = 54,1 \text{ МПа} \leq [\sigma_{см}]$$

Условие выполняется, шпонка выбрана верно.

### 3.9 Выбор подшипников

Опорой приводного вала на раму являются два двухрядных сферических роликоподшипника. Расчет ведем по наиболее нагруженному подшипнику.

Радиальная нагрузка на опору А

$$R_A = \sqrt{(R_A^B)^2 + (R_A^r)^2}, \quad (3.69)$$

$$R_A = \sqrt{(1484,7)^2 + (17942,3)^2} = 18064,7 \text{ Н}$$

Радиальная нагрузка на опору D

$$R_D = \sqrt{(R_D^B)^2 + (R_D^r)^2}, \quad (3.70)$$

$$R_D = \sqrt{(870,7)^2 + (17942,3)^2} = 17963,4 \text{ Н}$$

На подшипник действуют только радиальные усилия, равные

$$F_r = R_A = 18064,7 \text{ Н}$$

Определим расчётную нагрузку на подшипник

$$P = [X \cdot V \cdot F_r] \cdot k_b \cdot k_T, \quad (3.71)$$

где  $X = 1$  [3, с. 86];

$$V = 1;$$

$k_b = 1,2$  – коэффициент безопасности [3, с. 87];

$k_T = 1$  – температурный коэффициент [3, с. 87,],

$$P = [1 \cdot 1 \cdot 18064,7] \cdot 1,2 \cdot 1 = 21677,6 \text{ Н}$$

Выбираем роликовые радиальные сферические двухрядные подшипники 3514 ГОСТ 5721-75, имеющие  $d = 70$  мм,  $D = 125$  мм, динамическую грузоподъемность  $C = 132$  Кн.

Опорой оси на раму являются два двухрядных сферических роликоподшипника. Расчет ведем по наиболее нагруженному подшипнику.

Радиальная нагрузка на опору A

$$R_A = \sqrt{(R_A^B)^2 + (R_A^T)^2}, \quad (3.72)$$

$$R_A = \sqrt{(686,7)^2 + (2080)^2} = 2190,4 \text{ Н}$$

Радиальная нагрузка на опору D

$$R_D = \sqrt{(R_D^B)^2 + (R_D^T)^2}, \quad (3.73)$$

$$R_D = \sqrt{(686,7)^2 + (2080)^2} = 2190,4 \text{ Н}$$

На подшипник действуют только радиальные усилия, равные

$$F_r = R_A = R_D = 2190,4 \text{ Н}$$

Определим расчётную нагрузку на подшипник

$$P = [X \cdot V \cdot F_r] \cdot k_\sigma \cdot k_T, \quad (3.74)$$

$$P = [1 \cdot 1 \cdot 2190,4] \cdot 1,2 \cdot 1 = 2628,5 \text{ Н}$$

Выбираем роликовые радиальные сферические двухрядные подшипники 3612 ГОСТ 5721-75, имеющие  $d = 60$  мм,  $D = 110$  мм, динамическую грузоподъемность  $C = 196$  кН.

### 3.10 Расчёт натяжного устройства

Выбираем пружинно-винтовое натяжное устройство, так как длина подъемника 23 метра.

Определение усилия натяжки и хода натяжного устройства.

Усилие натяжки

$$P_H = S_2 + S_3 + W_H, \quad (3.75)$$

где  $W_H$  – сопротивление натяжного устройства,



$$W_H = (S_2 + S_3) \cdot 0,04, \quad (3.76)$$

$$W_H = (1000 + 1080) \cdot 0,04 = 83,2 ,$$

$$P_H = 1000 + 1080 + 83,2 = 2163,2 \text{ Н}$$

Ход натяжного устройства

$$X_{\text{ну}} = (1,6 \dots 2)t_{\text{ц}}, \quad (3.77)$$

где  $t_{\text{ц}} = 160$  – шаг цепи, мм,

$$X_{\text{ну}} = 2 \cdot 160 = 320 \text{ мм}$$

Так как в конструкции подъемника используется две пружины, то сила сжатия каждой из них равна

$$F_{\text{пр}} = \frac{P_H}{2}, \quad (3.78)$$

$$F_{\text{пр}} = \frac{2163,2}{2} = 1081,6 \text{ Н}$$

Определим основные параметры цилиндрической винтовой пружины. В качестве материала пружины выбираем углеродистую проволоку третьего класса по ГОСТ 9383-75 с пределом прочности на растяжение  $\sigma_B = 1130$  МПа.

Допускаемое касательное напряжение определяем по формуле

$$[\tau] = 0,4 \cdot \sigma_B, \quad (3.79)$$

$$[\tau] = 0,4 \cdot 1130 = 480 \text{ МПа}$$

Зададимся индексом пружины  $c = 10$  [2, с. 488] и найдем коэффициент  $k$ , учитывающий влияние кривизны витков и поперечной силы

$$k = \frac{4 \cdot c + 2}{4 \cdot c - 3}, \quad (3.80)$$

где  $c = 10$  — шаг цеп, мм,

$$k = \frac{4 \cdot 10 + 2}{4 \cdot 10 - 3} = 1,13$$

Находим диаметр проволоки пружины

$$d = \sqrt{\frac{8 \cdot k \cdot F_{\text{пр}} \cdot c}{\pi \cdot [\tau]}},$$

где  $c$  — то же, что и в формуле (3.80);

$$d = \sqrt{\frac{8 \cdot 1,13 \cdot 1081,6 \cdot 10}{3,14 \cdot 480 \cdot 10^6}} = 0,02 \text{ м} = 20 \text{ мм}$$

Средний диаметр пружины равен

$$D_0 = c \cdot d, \quad (3.82)$$

$$D_0 = 10 \cdot 20 = 200 \text{ мм}$$

Определим число рабочих витков пружины  $z$

$$z = \frac{G \cdot d^4 \cdot \lambda}{8 \cdot F_{\text{пр}} \cdot D_0^3}, \quad (3.83)$$

где  $G = 8 \cdot 10^4$  — модуль сдвига, МПа;

$\lambda$  — осадка пружины под действием силы  $F_{\text{пр}}$ , учитывая ход подвижной щеки  $\lambda = 300$  мм,

$$z = \frac{8 \cdot 10^4 \cdot 20^4 \cdot 300}{8 \cdot 1081,6 \cdot 200^3} = 9,94$$

					ДП110-07.480063 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		43

Принимаем  $z = 10,5$

Определяем полное число рабочих витков

$$z_1 = z + (1,5 \dots 2), \quad (3.84)$$

$$z_1 = 10,5 + 1,5 = 12$$

Определяем шаг пружины

$$t = d + \frac{\lambda}{z} + s, \quad (3.85)$$

где  $s = 0,1 \cdot d = 0,1 \cdot 20 = 2$  – зазор между витками в пружине, мм;

$$t = 20 + \frac{300}{10,5} + 2 = 50,6 \text{ мм}$$

Определяем длину пружины при полном её сжатии

$$H_{\text{сж}} = (z_1 - 0,5) \cdot d, \quad (3.86)$$

$$H_{\text{сж}} = (12 - 0,5) \cdot 20 = 230 \text{ мм}$$

Определяем длину пружины в свободном состоянии

$$H_0 = H_{\text{сж}} + (t - d) \cdot z, \quad (3.87)$$

$$H_0 = 230 + (50,6 - 20) \cdot 10,5 = 551,3 \text{ мм}$$

Чтобы избежать потери устойчивости пружины, должно выполняться условие

$$\frac{H_0}{D_0} \leq 2,6, \quad (3.88)$$

$$\frac{551,3}{230} = 2,4 \leq 2,6$$



## 4 Сопутствующие варианты технических устройств

### 4.1 Универсальный винтовой подъемник

В процессе проектирования выпускной квалификационной работы была налажена связь с ООО «Подъемные платформы» г. Санкт-Петербург. Было получено коммерческое предложение на вертикальную подъемную платформу для инвалидов «ПрофЛифт-3» (рисунок 4.1). В качестве универсального подъемника, предлагается установка в труднодоступных местах этой платформы.

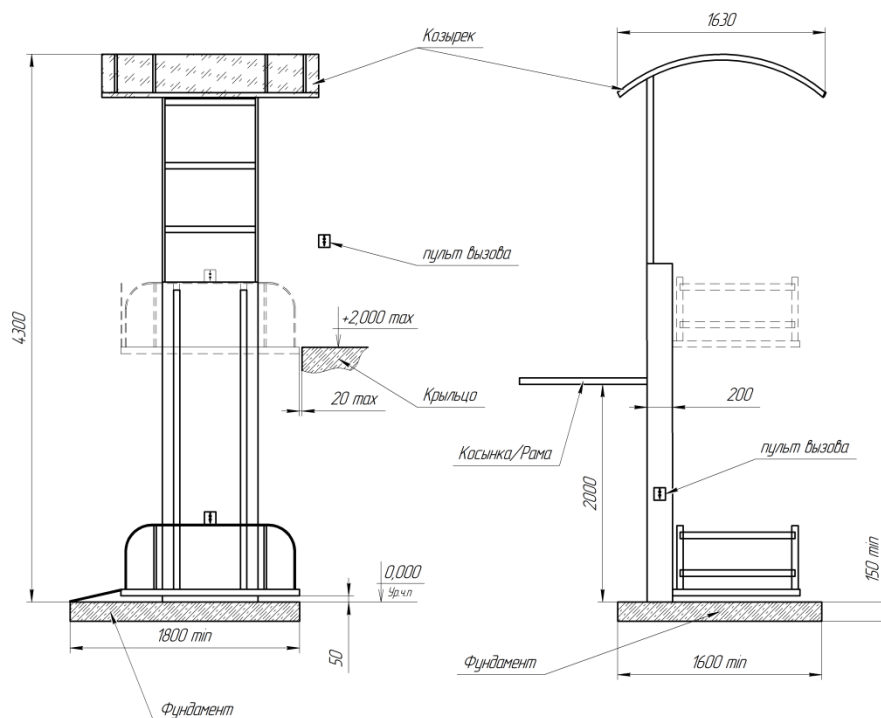


Рисунок 4.1 – Подъемная платформа для инвалидов «ПрофЛифт-3»

Технические требования для установки подъемной платформы:

- необходимо подготовить основание под установку подъемника;
- чистовая отделка с соблюдением угла горизонтальной и вертикальной площадок 90 градусов, основание не должно иметь уклон;

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

ДП110-07.480063 ПЗ

Лист

46



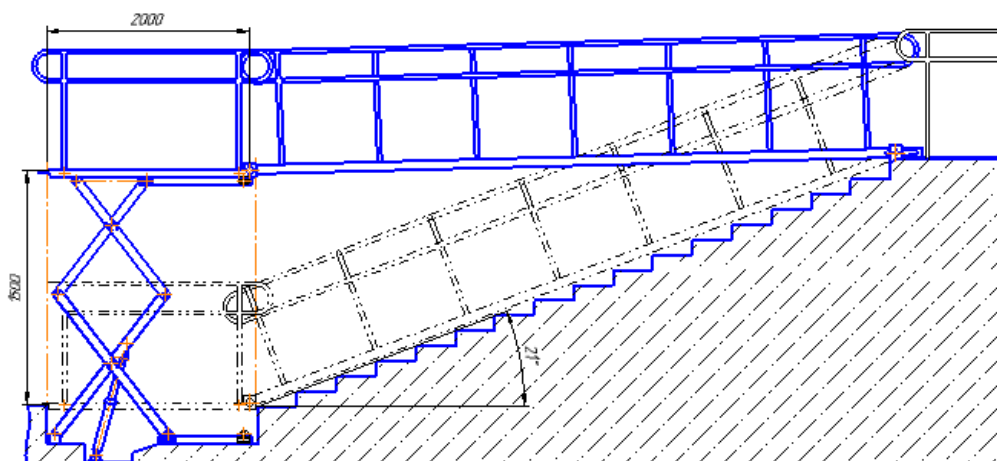


Рисунок 4.2 – Принцип работы ножничного подъемника.

Проведя исследования подземного перехода и замерив габариты, можно установить ножничный подъемник не занимая лестничного пространства, заглубив его в стену перехода.

Подземный переход и установка ножничного подъемника у кинотеатра «Луч» в плане показана на рисунке 4.3. Аналогично подъемник устанавливается с обратной стороны перехода, габариты тротуара позволяют это сделать.

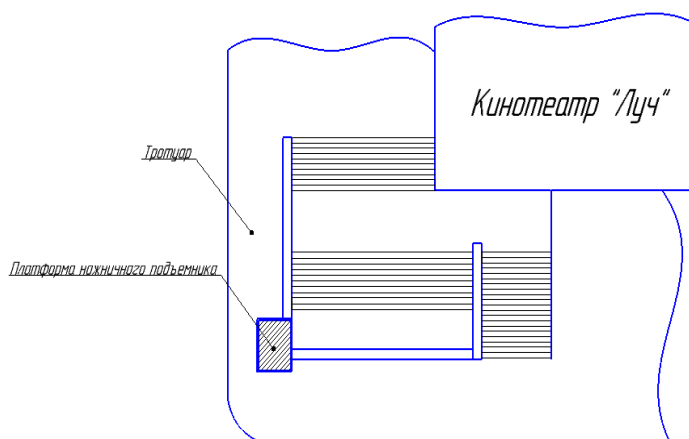


Рисунок 4.3 – Схема расположения ножничного подъемника

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

ДП110-07.480063 ПЗ

Лист

48

### 4.3 Пластинчатый конвейер

Исходя из результатов дипломного проекта 2016 года можно сделать выводы что, существует возможность применения пластинчатого конвейера, как технического устройства обеспечивающего подъем и опускание маломобильных групп населения. Рассмотрим на примере подземного перехода, а конкретно у кинотеатра «ЛУЧ». Так как угол подъёма равен более 20 градусов, что не допускается по СНиП 35–01–2001, придется произвести реконструкцию подземного перехода, для установки пластинчатого конвейера (Рисунок 4.4).

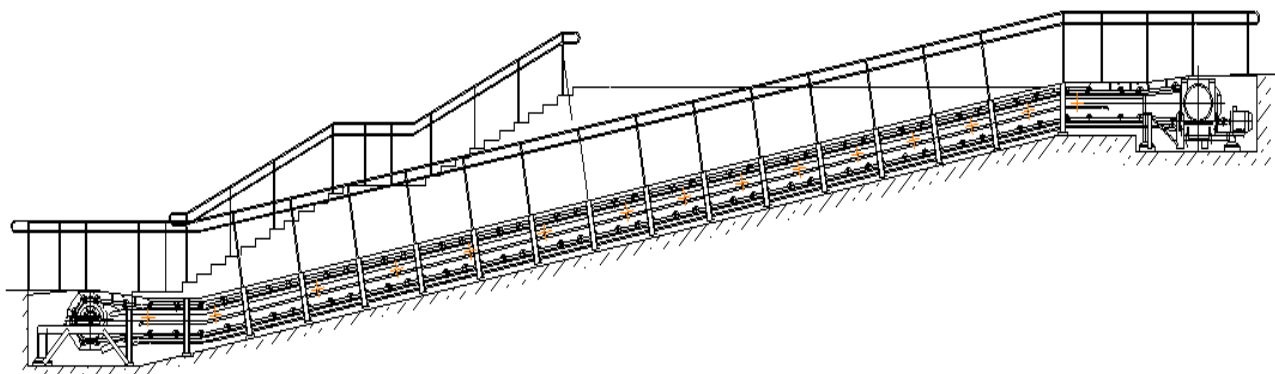


Рисунок 4.3 – Вариант установки пластинчатого конвейера



## 5 Безопасность при эксплуатации подъемников

В данном разделе проведен анализ опасных и вредных факторов, а также приведены пути решения проблем защиты от этих опасностей.

### 5.1 Анализ опасных и вредных факторов.

Основными факторами, определяющими опасность работы подъемника для людей и оборудования при производстве подъемно-транспортных работ, являются:

1. Движущиеся детали и механизмы, которые могут нанести травмы пассажирам и обслуживающему персоналу, а также механизмы имеют шум и вибрацию при работе;

2. Опасность поражения электрическим током, т.к. электропитание подъемника производится от трехфазной внешней электросети напряжением 380В следовательно присутствует опасность поражения электрическим током;

3. Опасность возникновения пожара: причинами возникновения пожара на подъемной установке являются:

- а) замыкание электропроводки оборудования;
- б) наличие легковоспламеняющихся горючесмазочных материалов;
- в) подтеки масла;
- г) использование источника открытого огня.

### 5.2 Защита от шума

Для уменьшения механического шума применяются:

- защитные кожухи на электродвигателях и вращающихся частях;
- техническое обслуживание и ремонт, так как повышенный уровень шума является следствием неисправности или износа какого-либо механизма;

- заглобление в приямок механизмов.

### 5.3 Электробезопасность

Электропитание подъемника производится от трехфазной внешней электросети напряжением 380В.

Поражение электрическим током возможно по следующим причинам:

- случайного прикосновения человека (или приближения на опасное расстояние) к токоведущим частям, находящимся под напряжением;
- случайного прикосновения человека к металлическим нетоковедущим частям электрооборудования, оказавшимся под напряжением;
- случайным попаданием человека в зону растекания тока при замыкании фазы на землю;
- несогласованные и ошибочные действия персонала (подача напряжения на установку, где работают люди).

Большинство случаев поражения персонала электрическим током происходит в результате повреждения изоляции токоведущих частей установок, поэтому необходимо периодически осуществлять контроль за ее состоянием.

К основным мерам защиты от поражения персонал электрическим током относятся:

- применение защитного заземления;
- применение защитных средств и блокировок;
- нанесение обозначений и маркировок;
- использование изолирующих и защитных ограждений.

Периодический осмотр токоведущих частей подъемника необходимо проводить не реже одного раза в три месяца, а проверку состояния изоляции проводов и кабелей производить ежемесячно.

Для исключения опасности поражения персонала электрическим током, электроустановку подъемника необходимо заземлить. В качестве заземляющего

устройства применяются искусственные заземлители. Методика расчета по [7], [8].

Исходные данные: напряжение питания подъемника до 1000 В, нейтраль изолирована, в соответствии с ПУЭ сопротивление заземляющего устройства должно быть  $R_3 \leq 4$  Ом. Грунт суглинок. Заземляющие стержни располагаем по контуру сооружения, имеющего в плане размеры  $26 \times 2$  м, с отступом от фундамента на 0,5 м. Глубина заложения стержней от поверхности земли  $H = 0,5$  м. В качестве заземляющих электродов применяем стержни из стальной трубы круглого сечения, диаметров  $d = 50$  мм и длиной  $l = 1$  м. Соединение заземляющих стержней между собой будем осуществлять стальной полосой шириной  $b_{II} = 50$  мм при помощи сварки.

Определяем сопротивление растеканию тока с одиночного стержня

$$R_c = \frac{\rho_{o.c}}{2 \cdot \pi \cdot l} \cdot \left( \ln \frac{2 \cdot l}{d} + 0,5 \cdot \ln \frac{4 \cdot t + l}{4 \cdot t - l} \right), \quad (5.1)$$

где  $\rho_{o.c}$  – удельное сопротивление грунта с учетом сезонных колебаний влажности для вертикальных стержней, Ом·м;

$\pi = 3,14$  – число «пи»;

$l = 1$  – длина заземляющего стержня, м;

$d = 0,05$  – диаметр заземляющего стержня, м;

$t$  – расстояние от поверхности земли до середины стержня, м,

$$\rho_{o.c} = \psi_B \cdot \rho_o, \quad (5.2)$$

где  $\psi_B$  – коэффициент сезонности для вертикальных электродов. Для нашей климатической зоны  $\psi_B = 1,4 \div 1,5$ , принимаем  $\psi_B = 1,5$ ;

$\rho_o$  – удельное электрическое сопротивление грунта, Ом·м. Для суглинка  $\rho_o = 60 \div 190$  Ом·м, принимаем  $\rho_o = 80$  Ом·м,

$$\rho_{o,c} = 1,5 \cdot 80 = 120 \text{ Ом}\cdot\text{м},$$

$$t = H + 0,5 \cdot l, \quad (5.3)$$

где  $H = 0,5$  – глубина заложения стержней от поверхности земли, м,

$$t = 0,5 + 0,5 \cdot 1 = 1 \text{ м},$$

$$R_c = \frac{120}{2 \cdot 3,14 \cdot 1} \cdot \left( \ln \frac{2 \cdot 1}{0,05} + 0,5 \cdot \ln \frac{4 \cdot 1 + 1}{4 \cdot 1 - 1} \right) = 75,3 \text{ Ом}$$

Определяем отношение расстояния между заземлителями к их длине

$$\Delta = \frac{a}{l}, \quad (5.4)$$

где  $a$  – расстояние между заземлителями, м, оно должно быть не менее длины заземляющего стержня. Принимаем  $a = 3$  м.

$$\Delta = \frac{3}{1} = 3$$

Определяем количество вертикальных заземлителей

$$n = \frac{R_c}{R_3 \cdot \eta_c}, \quad (5.5)$$

где  $R_c = 75,3$  – сопротивление растеканию тока с одиночного стержня, Ом;

$R_3 = 4$  – сопротивление заземляющего устройства, Ом;

$\eta_c$  – коэффициент использования вертикальных стержней, для

отношения расстояния между заземлителями к их длине  $\Delta = 3$ ,  $\eta_c = 0,66$ ,

$$n = \frac{75,3}{4 \cdot 0,66} = 28$$

Принимаем  $n = 28$

Определяем сопротивление растеканию тока соединительной полосы

$$R_{\Pi} = \frac{\rho_{o.\Pi}}{2 \cdot \pi \cdot l_{\Pi}} \cdot \ln \frac{2 \cdot l_{\Pi}^2}{b_{\Pi} \cdot H}, \quad (5.6)$$

где  $\rho_{o.c}$  – удельное сопротивление грунта с учетом сезонных колебаний влажности для соединительной полосы, Ом·м;

$\pi = 3,14$  – число Пи;

$l_{\Pi}$  – длина соединительной полосы, м;

$b_{\Pi} = 0,05$  – ширина соединительной полосы, м;

$H = 0,5$  – глубина заложения соединительной полосы, м,

$$\rho_{o.\Pi} = \psi_{\Gamma} \cdot \rho_o, \quad (5.7)$$

где  $\psi_{\Gamma}$  – коэффициент сезонности для горизонтальных электродов. Для нашей климатической зоны  $\psi_{\Gamma} = 2 \div 2,5$ , принимаем  $\psi_{\Gamma} = 2$ ,

$$\rho_{o.\Pi} = 2 \cdot 80 = 160 \text{ Ом}\cdot\text{м},$$

$$l_{\Pi} = 2 \cdot (a + b), \quad (5.8)$$

где  $a = 26$   $b = 2$  – длина и ширина контура заземления, равные размерам здания в плане ( $26 \times 2$  м) с учетом отступа от фундамента 0,5 м, м,

$$l_{\Pi} = 2 \cdot (27 + 3) = 60 \text{ м}$$

Подставляя значения величин в (5.6) получим

$$R_{\Pi} = \frac{160}{2 \cdot 3,14 \cdot 60} \cdot \ln \frac{2 \cdot 60^2}{0,05 \cdot 0,5} = 5,3 \text{ Ом}$$

Определяем результирующее сопротивление заземляющего устройства

$$R_{3,у} = \frac{R_C \cdot R_{II}}{R_C \cdot \eta_{II} + R_{II} \cdot n \cdot \eta_C}, \quad (5.9)$$

где  $\eta_{II}$  – коэффициент использования горизонтальных стержней (полос), для отношения расстояния между заземлителями к их длине  $\Delta = 3$ ,  $\eta_{II} = 0,39$ , принимаем  $\eta_{II} = 0,39$ ;

$n = 28$  – количество вертикальных заземлителей, (см. формулу 5.5);

$$R_{3,у} = \frac{75,3 \cdot 5,3}{75,3 \cdot 0,39 + 5,3 \cdot 28 \cdot 0,66} = 3,2 \text{ Ом}$$

Результирующее сопротивление заземляющего устройства не превышает сопротивление, нормируемое ПУЭ, т.е.  $R_{3,у} = 3,2 < R_3 = 4 \text{ Ом}$ .

Для получения требуемого сопротивления заземляющего устройства, необходимо по периметру сооружения с отступом от фундамента на 0,5 м, разместить 28 стержней с интервалом в 3 метра.

#### 5.4 Травмобезопасность

Эксплуатация подъёмных механизмов, устройств допускается при условии их надежной конструкции, достаточной прочности, исправного рабочего состояния и если не истек срок их очередного технического освидетельствования (1 год). Они используются в соответствии с требованиями правил технической эксплуатации, не должны нагружаться свыше предела допустимой нагрузки (500 кг) за исключением контрольных испытаний.

Движущиеся, токоведущие, нагревающиеся части подъёмников закрыты прочно укрепленными съёмными ограждениями, допускающими удобный осмотр и смазку. Если ограждение необходимо снять для профилактических, ремонтных или других работ, то принимают меры предосторожности

									Лист
									55
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата	ДП110-07.480063 ПЗ				

(отключение механизма, электропитания, установка запрещающих знаков и др.), исключающие воздействие опасных факторов на человека.

При снятии или отключении предохранительных устройств (конечные выключатели, тормоза, приборы безопасности и др.) перегрузочных машин предусмотрены меры, исключающие возможность пуска машин до тех пор, пока эти устройства не установлены на места или не включены.

Наличие системы аварийной остановки, блокираторов движения, ограничителей предельного веса и других приборов безопасности, позволяющих свести риски, связанные с работой подъемника, к минимальному значению;

Чтобы во время работы подъемника не производились работы по обслуживанию и ремонту движущихся частей, натягиванию и выравниванию настила конвейера и отчистки каких-либо частей вручную ГОСТ Р 54765-2011 «Эскалаторы и пассажирские конвейеры» устанавливаются концевые выключатели к месту технического обслуживания и ремонта.

В случае пассажирских подъемников с наклоном более  $6^\circ$  номинальная скорость ограничена значением 0,5 м/с согласно ГОСТ Р 54765-2011 «Эскалаторы и пассажирские конвейеры».

Площадка пассажирской платформы ограждена перилами по всему периметру. Вся конструкция подъемника закрыта стеклом по всему периметру, что ограничивает попадание предметов и людей в зону работы устройства.

Прерывание подачи электропитания осуществляется двумя независимыми электрическими устройствами. Это устройства, которые размыкают цепь питания привода. Если после остановки подъемника одно из этих электрических устройств не разомкнулось, повторный пуск подъемника должен быть невозможен.

## 5.5 Пожарная безопасность

Возможные классы пожаров - А (горение твердых веществ) и Е (горение электроустановок, находящихся под напряжением). Степень защиты электрооборудования – IP-55.

Класс функциональной пожарной опасности – ФЗ.1.

Пассажирские подъемники изготовлены из таких материалов, которые не создают дополнительной опасности в случае пожара.

Причинами возникновения возгорания на подъемнике являются:

- замыкание электропроводки оборудования;
- проведение сварочных работ;
- наличие посторонних легко воспламеняющихся жидкостей и материалов;
- подтеки топлива и масла;
- курение, использование открытого огня

Скопление материалов (например, консистентной смазки, масла, пыли, бумаги) создает опасность пожара, поэтому обеспечена возможность чистки.

В целях устранения пожарной опасности на подъемнике все провода и кабели управляющей и силовой линий проложены в защитных кожухах, трубах и рукавах с герметичной арматурой. Во избежание перегрева проводов, кабелей и других токоведущих частей крана предусмотрены защитные автоматы и предохранители.

Для предотвращения пожара и борьбы с возгоранием применяется порошковый огнетушитель ОП-5(б) с массой огнетушащего вещества 5 кг, массой 10 кг. Огнетушитель размещен внутри машинного помещения в специальном ящике, покрытом составами, предохраняющими от коррозии металла.



## **6 Ожидаемые технико-экономические показатели**

На текущем этапе разработки оценку ожидаемого техно-экономического эффекта сведем к определению затрат на проект, сравнение с существующими конкурентными вариантами реализации и оценке уровня конкурентоспособности, используя один из группы экспертных методов, а именно бальный.

### **6.1 Расчет стоимости технических устройств.**

На этапе дипломного проектирования, проанализировав рынок, было выявлено два конкурента.

На данный момент планируется установка лифта для маломобильных групп населения в районе набережной города Красноярска. Средняя рыночная стоимость одного лифта равна примерно 1,5 млн руб., помимо лифта на набережной потребуется установка шахты под лифт и моста, ведущему к этой шахте, следовательно можно считать что стоимость лифта будет составлять примерно 2-2,2 млн. руб.

Так же существует альтернативный вариант, это установка ножничного подъемника. Средняя рыночная стоимость ножничного подъемника равна примерно 600 тыс. руб., тому подтверждение является результат прошлогоднего дипломного проектирования. Под ножничный подъемник так же потребуется установка шахты и моста, следовательно стоимость возрастет до 1,1-1,3 млн. руб.

Для расчета стоимости наклонного подъемника разобьем конструкцию на узлы. В ходе дипломного проектирования был проанализирован рынок в области технических устройств, узлов и деталей. Далее используя среднюю рыночную стоимость узлов зададимся численными значениями. Стоимость наклонного подъемника с учетом поправочного коэффициента представлена в таблице 6.1.

					<b>ДП110-07.480063 ПЗ</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		58

Таблица 6.1 – Стоимость наклонного подъемника

Узел подъемника	Стоимость, руб.
Станция приводная	135000
Станция натяжная	95000
Ходовая часть	70000
Металлоконструкция	240000
Платформа	50000
Стеклянное ограждение	190000
Электрооборудование	50000
Прочие изделия	20000
Итого	850000

Стоимость наклонного подъемника может колебаться, как в большую, так и в меньшую сторону, так как расчет произведен по средней рыночной стоимости на узлы и детали.

Сравнив все технические устройства, можно убедиться, что наиболее экономически выгодным является наклонный подъемник, приблизительная стоимость которого будет равна 850 тыс. руб.

## 6.2 Оценка конкурентоспособности

Как уже упоминалось выше, для расчета конкурентоспособности разрабатываемого проекта воспользуемся экспертным методом.

Расчет конкурентоспособности разрабатываемого проекта можно произвести экспертным методом. Экспертные методы представляют собой целую группу довольно простых по механизму методов получивших широкое распространение в маркетинге и менеджменте. Они позволяют оценить уровень конкурентоспособности разрабатываемого проекта по качественным и стоимостным показателям по сравнению с существующими на рынке товарами-аналогами конкурентов предприятия. Оценка основывается на предпочтениях,

как потребительской группы анализируемого товара, так и группы специалистов – экспертов.

### **6.3 Определение значимости параметров качества модели**

Для этой цели может быть использована матрица приоритетности (таблица 6.2), в которой осуществляется попарно сравнение параметров модели (каждый с каждым) но не по величине, а по их значению, влиянию на качество, технический уровень, потребительские свойства модели.

Для удобства каждый из оцениваемых параметров следует обозначить соответствующим индексом ( $X_i$ ):  $X_1$  – стоимость,  $X_2$  – безопасность,  $X_3$  – доступность,  $X_4$  – гармоничность,  $X_5$  – надежность,  $X_6$  – скорость подъема,  $X_7$  – габаритные размеры (в плане),  $X_8$  – токоподвод,  $X_9$  – адаптация под рельеф,  $X_{10}$  – антивандальная защита,  $X_{11}$  – шум в работе.

Таблица 6.2 – Матрица приоритетности параметров

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	Bi	B <sup>i</sup>
X1	= 1	< 0,5	< 0,5	> 1,5	< 0,5	< 0,5	> 1,5	> 1,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	9	0,07438
X2	> 1,5	= 1	> 1,5	> 1,5	= 1	> 1,5	> 1,5	> 1,5	> 1,5	> 1,5	> 1,5	15,5	0,12810
X3	> 1,5	< 0,5	= 1	> 1,5	< 0,5	> 1,5	> 1,5	> 1,5	> 1,5	> 1,5	> 1,5	14	0,11570
X4	< 0,5	< 0,5	< 0,5	= 1	< 0,5	< 0,5	< 0,5	> 1,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	7	0,05785
X5	> 1,5	= 1	> 1,5	> 1,5	= 1	> 1,5	> 1,5	> 1,5	> 1,5	> 1,5	> 1,5	15,5	0,12810
X6	> 1,5	< 0,5	< 0,5	> 1,5	< 0,5	= 1	> 1,5	> 1,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	10	0,08264
X7	< 0,5	< 0,5	< 0,5	> 1,5	< 0,5	< 0,5	= 1	> 1,5	< 0,5	> 1,5	< 0,5	9	0,07438
X8	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	= 1	< 0,5	< 0,5	< 0,5	6	0,04959
X9	> 1,5	< 0,5	< 0,5	> 1,5	< 0,5	> 1,5	> 1,5	> 1,5	= 1	> 1,5	< 0,5	12	0,09918
X10	> 1,5	< 0,5	< 0,5	> 1,5	< 0,5	> 1,5	< 0,5	> 1,5	< 0,5	= 1	< 0,5	10	0,08264
X11	> 1,5	< 0,5	< 0,5	> 1,5	< 0,5	> 1,5	> 1,5	> 1,5	> 1,5	> 1,5	= 1	13	0,10744
B												121	1,00000

#### 6.4 Бальная оценка параметров моделей

Для дальнейшего анализа и определение наиболее конкурентоспособной модели необходимо осуществить бальную оценку каждого параметра для каждого из вариантов (таблица 6.3). А – наклонный подъемник, В – лифт, С – ножничный подъемник.

Таблица 6.3 – Бальная оценка значимости параметров для моделей

$B'_i$ для $X_i$	0,07438	0,12810	0,11570	0,05785	0,12810	0,08264	0,07438	0,04959	0,09918	0,08264	0,10744
Модель	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11
A	4	5	5	4	4	4	4	5	5	4	4
B	3	4	4	3	4	4	4	5	4	5	4
C	5	5	4	3	4	3	4	5	5	4	5

### 6.5 Расчет коэффициента конкурентоспособности моделей

Линейный показатель конкурентоспособности

$$K_j = \sum_{i=1}^n X_{ij} * B'_i, \quad (6.1)$$

где  $K_j$  – показатель конкурентоспособности j-ой модели;

$B'_i$  – относительная значимость i-го параметра;

$X_{ij}$  – бальное значение i-го параметра для j-ой модели,

Результаты расчета коэффициента конкурентоспособности представлены в таблице 6.4

Таблица 6.4 – Показатель конкурентоспособности

Техническое устройство	Линейный показатель конкурентоспособности
Наклонный подъемник	K1 = 4,39257
Лифт	K2 = 4,00000
Ножничный подъемник	K3 = 4,31820

Техническое устройство с максимальным значением показателя конкурентоспособности наиболее предпочтительно, т.е. это наклонный подъемник.

## 6.6 Определение значимости параметров качества модели, исключая все экономические параметры

Для этой цели может быть использована матрица приоритетности (таблица 6.5).

Таблица 6.5 – Матрица приоритетности параметров

	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	B <sub>i</sub>	B <sup>i</sup>
X2	= 1	> 1,5	> 1,5	= 1	> 1,5	> 1,5	> 1,5	> 1,5	> 1,5	> 1,5	14	0,140
X3	< 0,5	= 1	> 1,5	< 0,5	> 1,5	> 1,5	> 1,5	> 1,5	> 1,5	> 1,5	12,5	0,125
X4	< 0,5	< 0,5	= 1	< 0,5	< 0,5	< 0,5	> 1,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	6,5	0,065
X5	= 1	> 1,5	> 1,5	= 1	> 1,5	> 1,5	> 1,5	> 1,5	> 1,5	> 1,5	14	0,140
X6	< 0,5	< 0,5	> 1,5	< 0,5	= 1	> 1,5	> 1,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	8,5	0,085
X7	< 0,5	< 0,5	> 1,5	< 0,5	< 0,5	= 1	> 1,5	< 0,5	> 1,5	< 0,5	8,5	0,085
X8	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	= 1	< 0,5	< 0,5	< 0,5	5,5	0,055
X9	< 0,5	< 0,5	> 1,5	< 0,5	> 1,5	> 1,5	> 1,5	= 1	> 1,5	< 0,5	10,5	0,105
X10	< 0,5	< 0,5	> 1,5	< 0,5	> 1,5	< 0,5	> 1,5	< 0,5	= 1	< 0,5	8,5	0,085
X11	< 0,5	< 0,5	> 1,5	< 0,5	> 1,5	> 1,5	> 1,5	> 1,5	> 1,5	= 1	11,5	0,115
B											100	1,000

## 6.7 Бальная оценка параметров моделей, исключая все экономические параметры

Бальная оценка параметров представлена в таблице 6.6.

Таблица 6.6 – Бальная оценка значимости параметров для моделей

$B'_i$ для $X_i$	0,140	0,125	0,065	0,140	0,085	0,085	0,055	0,105	0,085	0,115
Модель	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11
А	5	5	4	4	4	4	5	5	4	4
В	4	4	3	4	4	4	5	4	5	4
С	5	4	3	4	3	4	5	5	4	5

## 6.8 Расчет линейного коэффициента показателя качества моделей

Расчет производим по формуле 6.1, используя данные таблицы 6.5. Результаты расчета приведены в таблице 6.7.

Таблица 6.7 – Показатель качества

Техническое устройство	Линейный показатель качества
Наклонный подъемник	$K_1 = 4,425$
Лифт	$K_2 = 3,571$
Ножничный подъемник	$K_3 = 4,265$

## 6.9 Расчет интегрального показателя конкурентоспособности моделей

Для точности получаемого результата определим интегральный показатель

$$K^*_j = \frac{X_{ij}}{K_j^{\text{БЭП}}} \rightarrow \min, \quad (6.2)$$

где  $K^*_j$  – интегральный показатель конкурентоспособности j-ой модели;

$X_{ij}$  – экономический параметр для j-ой модели;

$K_j^{\text{БЭП}}$  – линейный показатель качества,

Результаты расчета интегрального показателя конкурентоспособности представлены в таблице 6.8

Таблица 6.8 – Показатель конкурентоспособности

Техническое устройство	Интегральный показатель конкурентоспособности
Наклонный подъемник	$K_1 = 180790,96$
Лифт	$K_2 = 560067,21$
Ножничный подъемник	$K_3 = 257913,25$

### 6.10 Индивидуальная оценка результатов

Полученные результаты расчетов и оценки сведем в таблицу 6.9.

При этом, для получения окончательной (комплексной) оценки приведем значения стоимостных затрат, линейных и интегральных показателей к одной шкале мест. После чего получим комплексную оценку как средне-арифметическое значение.

Таблица 6.9 – Сводная таблица результатов

Модель	$X_{ij}$		$K_i$		$K_i^{БЭП}$		$K_i$		КО	
	Знач.	Место	Знач.	Место	Знач.	Место	Знач.	Место	Расчет.	Принят.
А	850000	1	4,39257	1	4,425	1	180790,96	1	1	1
В	2000000	3	4,00000	3	3,571	3	560067,21	3	3	3
С	1100000	2	4,31820	2	4,265	2	257913,25	2	2	2

Как видно по полученным результатам вариант А (наклонный подъемник) имеет выигрыш по стоимостным затратам от 29% до 135%. Кроме того наблюдаем его высокую конкурентоспособность как, исходя из линейных, так и интегрального показателя. Таким образом, можно сделать вывод, что внедрение предлагаемого проекта оправдано.



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения дипломного проекта была разработана конструкция технического устройства для обеспечения доступной среды людям с ограниченными возможностями.

При выполнении дипломного проекта был произведен обзор конструкций наклонных подъемников, с целью обеспечения высокого технологического уровня проектируемого объекта и использования современных научно-технических достижений.

В конструкторской части настоящей записке выполнены следующие расчеты: тяговый расчет, расчет привода, проверочный расчет валов, расчеты шпоночных соединений, расчет и выбор подшипников, расчет натяжного устройства, расчет технико-экономических показателей, расчет заземления.

На основании произведенных расчетов и выбранных элементов были выполнены чертежи: чертеж общего вида наклонного подъемника; чертеж общего вида платформы; чертеж общего вида металлоконструкции; чертеж общего вида узла соединения настила и цепи; сборочный чертеж приводной станции; сборочный чертеж натяжной станции.

					<b>ДП110-07.480063 ПЗ</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		66

## Список использованных источников

1. Спиваковский И.О., Дьячков В.Л., Транспортирующие машины: Учебное пособие для машиностроительных вузов. – 3-е изд; перераб. – М. : Машиностроение, 1983. – 487с.
2. Ю. А. Пертен. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1984 – 367с.
3. Галиченко А. Н., Гехт А. Х. Строительные грузовые и грузопассажирские подъемники. – М.: Высшая школа, 1989 – 255с.
4. Павлов Н. Г. Лифты и подъемники. – М.: Машиностроение, 1965 – 204 с.
5. Федорова З. М. и др. Подъемники. – Киев: Высшая школа, 1976 – 296 с.
6. Правила устройства и безопасной эксплуатации платформ подъемных для инвалидов (ПБ 10–403–01). Серия 10. Колл. авт. – Государственное унитарное предприятие «Научно технический центр по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России», 2002. – 104с.
7. Федеральный закон от 21.07.1997 N 116-ФЗ (ред. от 13.07.2015) "О промышленной безопасности опасных производственных объектов".
8. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности опасных производственных объектов, на которых используются подъемные сооружения», приказ Ростехнадзора от 12.11.2013 N 533 (ред. от 12.04.2016).
9. Свод правил СП 59.13330.2012"СНиП 35-01-2001. Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения (утв. приказом Министерства регионального развития РФ от 27 декабря 2011 г. N 605).
10. Расчёт заземляющего устройства: метод. указания к выполнению контрольной работы / С.В. Петухов [и др.] – Архангельск: Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова, 2011. - 22 с.: ил.
11. Безопасность жизнедеятельности в техносфере: Учеб. пособие / Под ред. О.Н. Русака, В.Я. Кондрасенко. Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2011. 431 с.