

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

---

Институт - кибернетики

Направление подготовки (специальность) - 151900 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

Кафедра - Автоматизации и роботизации в машиностроении

**МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ**

Тема работы
Исследование динамики трансформируемого шасси робота-трансформера УДК 621.865.8-2:629.113:01

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8НМ41	Якимов Александр Юрьевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель, Доцент	Крауиныш Дмитрий Петрович	Кандидат технических наук		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Юдахина Ольга Борисовна	Кандидат экономических наук		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Пустовойтова Марина Игоревна	Кандидат химических наук		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Буханченко Сергей Евгеньевич	Кандидат технических наук		

Томск – 2016 г.

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
8НМ41	Якимову Александру Юрьевичу

<b>Институт</b>	<b>ИК</b>	<b>Кафедра</b>	<b>АРМ</b>
<b>Уровень образования</b>	Магистратура	<b>Направление / специальность</b>	Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	...
2. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	...

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

1. <i>Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ</i>	...
2. <i>Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения</i>	...
3. <i>Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности</i>	...

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

1. <i>«Портрет» потребителя результатов НТИ</i>
2. <i>График проведения НТИ</i>
3. <i>Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НТИ</i>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент	Юдахина О. Б.	к. э. н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
8НМ41	Якимов А. Ю.		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
8НМ41	Якимову Александру Юрьевичу

<b>Институт</b>	<b>ИК</b>	<b>Кафедра</b>	<b>АРМ</b>
<b>Уровень образования</b>	Магистратура	<b>Направление / специальность</b>	Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

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

<p><i>1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения)</li> <li>– опасных проявлений факторов производственной среды (электрической, пожарной и взрывной природы)</li> <li>– негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу)</li> <li>– чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)</li> </ul>	<p><i>В работе рассматривается:</i></p> <p>Ценность научного исследования для производства и общества</p> <p>Социальная ответственность работодателя.</p> <p>Производственная санитария.</p> <p>Микроклимат.</p> <p>Аэроионный состав воздуха</p> <p>Виброакустические факторы.</p> <p>Освещение на рабочем месте.</p> <p>Влияние электромагнитных полей</p> <p>Электробезопасность.</p> <p>Пожарная и взрывная безопасность.</p> <p>Охрана окружающей среды.</p> <p>Безопасность в ЧС.</p>
<p><i>2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</i></p>	<p>ГОСТ 12.003-74 «Опасные и вредные производственные факторы»;</p> <p>СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений»;</p>
<p><b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b></p>	
<p><i>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;</li> <li>– действие фактора на организм человека;</li> <li>– приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</li> <li>– предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)</li> </ul>	<p>СанПиН 2.2.4.1294-03 «Гигиенические требования к аэроионному составу производственных и общественных помещений»; МУК 4.3.1675-03 «Общие требования к проведению контроля аэроионного состава воздуха»; СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. Санитарные нормы»; СП 51.13330.2011 «Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003»; СП 52.13330.2011 «Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*»;</p>

<p>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производённой среды в следующей последовательности</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– механические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– термические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– электробезопасность (в т. ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты);</li> <li>– пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)</li> </ul>	<p>ГОСТ 12.1.002-84 ССБТ «Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряженности и требования к проведению контроля на рабочих местах»; «О введении в действие санитарно-эпидемиологических правил и нормативов» СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 (с изменениями на 3 сентября 2010 года); СанПиН 2.2.2.542-96 «Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, персональным электронно-вычислительным машинам и организации работ»; Организационные мероприятия по обеспечению электробезопасности (в соответствии с МПОТ): проведение инструктажа; ведение журнала по ТБ; Технические мероприятия по обеспечению электробезопасности (в соответствии с ПУЭ): защитное заземление; электрическое разделение сети; устройство защитного отключения. Зануление. Во избежание пожаров необходимо периодически производить инструктаж с пользователями по пожаробезопасности, недопустимо приносить и хранить в комнатах взрывопожароопасные вещества и материалы.</p>
<p>3. Охрана окружающей среды:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– защита селитебной зоны</li> <li>– анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);</li> <li>– разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.</li> </ul>	<p>Проблему с выбросом перегоревших люминесцентных ламп можно частично решить при выполнении требований утилизации соответствующих ламп. При написании исследовательской работы вредных выбросов в атмосферу, почву и водные источники не производилось, радиационного заражения не произошло, чрезвычайные ситуации не наблюдались, поэтому существенных воздействий на окружающую среду и соответственно вреда природе не оказывалось.</p>

<p>4. <i>Защита в чрезвычайных ситуациях:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– <i>перечень возможных ЧС на объекте;</i></li> <li>– <i>выбор наиболее типичной ЧС;</i></li> <li>– <i>разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</i></li> <li>– <i>разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС;</i></li> <li>– <i>разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий</i></li> </ul>	<p><i>Основные способы защиты населения</i>  <i>Укрытие населения в защитных сооружениях.</i>  <i>Эвакуация населения.</i>  <i>Рассредоточение.</i>  <i>Обеспечение всего населения СИЗ.</i></p>
<p>5. <i>Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– <i>специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</i></li> <li>– <i>организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны</i></li> </ul>	<p><i>Эффективный и безопасный труд возможен только в том случае, если производственные условия на рабочем месте отвечают всем требованиям международных стандартов в области охраны труда.</i></p>
<p><b>Перечень графического материала:</b></p>	
<p><i>При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)</i></p>	<p><i>Рисунок 1 - Оптимальное размещение предметов труда и документации в зонах досягаемости;</i>  <i>Рисунок 2 - Пример размещения основных и периферийных составляющих ПК на рабочем столе.</i></p>

<p><b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b></p>	
--	--

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Пустовойтова М. И.	к. х. н., доцент		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8НМ41	Якимов А. Ю.		

## Планируемые результаты обучения по ООП

Код результата	Результат обучения (Выпускник должен быть готов)
<i><b>Профессиональные компетенции</b></i>	
P1	Применять глубокие естественнонаучные, математические и инженерные знания для создания и обработки новых материалов
P2	Применять глубокие знания в области современных технологий машиностроительного производства для решения междисциплинарных инженерных задач
P3	Ставить и решать инновационные задачи инженерного анализа, связанные с созданием и обработкой материалов и изделий, с использованием системного анализа и моделирования объектов и процессов машиностроения
P4	Разрабатывать технологические процессы, проектировать и использовать новое оборудование и инструменты для обработки материалов и изделий, конкурентоспособных на мировом рынке машиностроительного производства
P5	Проводить теоретические и экспериментальные исследования в области современных технологий обработки материалов, нанотехнологий, создания новых материалов в сложных и неопределённых условиях
P6	Внедрять, эксплуатировать и обслуживать современные высокотехнологичные линии автоматизированного производства, обеспечивать их высокую эффективность, соблюдать правила охраны здоровья и безопасности труда на машиностроительном производстве, выполнять требования по защите окружающей среды
<i><b>Универсальные компетенции</b></i>	
P7	Использовать глубокие знания по проектному менеджменту для ведения инновационной инженерной деятельности с учётом юридических аспектов защиты прав интеллектуальной собственности
P8	Активно владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в иноязычной среде, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной инженерной деятельности
P9	Эффективно работать индивидуально, в качестве члена и руководителя группы, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации
P10	Демонстрировать глубокие знания социальных, этических и культурных аспектов инновационной инженерной деятельности, компетентность в вопросах устойчивого развития
P11	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течении всего периода профессиональной деятельности

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

---

Институт - кибернетики  
Направление подготовки (специальность) - Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств  
Кафедра - Автоматизации и роботизации в машиностроении

УТВЕРЖДАЮ:  
Зав. кафедрой  
\_\_\_\_\_ Буханченко С. Е.  
(Подпись) (Дата)

**Задание на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

магистерской диссертации

Студенту:

Группа	ФИО
8НМ41	Якимов Александр Юрьевич

Тема работы:

Исследование динамики трансформируемого шасси робота трансформера

Утверждена приказом директора (дата, номер)

От 15.04.2016г. №2888/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

17.06.2016г.

**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, энергозатрат; и т.д.)*

<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b> (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).	
<b>Перечень графического материала</b> (с точным указанием обязательных чертежей)	-
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
Исследовательский	Крауиныш Д. П.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Юдахина О. Б.
Социальная ответственность	Пустовойтова М. И.
(на английском языке)	Диденко А. В.
<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b>	

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

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Крауиныш Дмитрий Петрович	к. т. н.,		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8НМ41	Якимов Александр Юрьевич.		

## Реферат

Выпускная квалификационная работа 77 с., 14 рис., 15 табл., 16 источников, 2 прил.

Ключевые слова: исследование, шасси, робот-трансформер, математическая модель.

Объектом исследования является подвеска мотор-колеса для робота-трансформера.

Цель работы – исследование кинематики и динамики подвески колеса способной перемещаться относительно кабины.

В процессе исследования: рассмотрены современные решения для трансформируемого колёсного транспорта; разработана конструкция «независимого» колеса; проводились статические и динамические симуляции в программном продукте SolidWorks V16, с применением математической модели разработанной конструкции.

В результате исследования была разработана конструкция и создана математическая модель подвески колеса, способной перемещаться относительно кабины, проведены симуляции, и сделано заключение о работоспособности разработанной конструкции.

Основные конструктивные и технико-эксплуатационные характеристики: наличие двух амортизаторов, расположенных под углом в одной плоскости, имеющих крепление на вращающемся относительно кабины рычаге. Рычаг под действием сил амортизаторов всегда находится перпендикулярно к опорной поверхности.

Область применения: колёсный транспорт повышенной проходимости, многоцелевой колёсный транспорт.

Экономическая значимость работы низкая.

В будущем планируется создание натурального макета, реальные испытания, доработка математической модели.

## **Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки.**

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

- СНиП 41-01-03
- ГОСТ 12.1005 – 88
- МУК 4.3.1675-03
- СанПиН 2.2.4.1294-03
- СН 2.2.4/2.1.8.562-96;
- ГОСТ 12.1.003-83,
- СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03
- ГОСТ 12.1050-86
- ГОСТ 23941-79
- СанПиН 2.2.2.542-96
- ГОСТ 12.1.004-88 ССБТ

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

**мотор-колесо:** Разновидность ведущего колеса, комплексное устройство, в котором объединены непосредственно колесо, электрический двигатель, силовая передача и тормозная система.

**трансформер:** Предмет, обладающий способностью изменять свою форму, тем самым изменяя методы и цели своего использования

## Оглавление

Планируемые результаты обучения по ООП .....	6
Задание на выполнение выпускной квалификационной работы .....	7
Реферат .....	9
Оглавление .....	11
Введение.....	12
1. Обзор литературы .....	14
2. Объект и методы исследования .....	18
3. Расчёты и аналитика .....	18
4. Результат разработки и исследования.....	29
5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение..	30
6. Социальная ответственность. ....	45
Заключение .....	65
Список публикаций студента.....	66
Список использованных источников .....	67
Приложение А .....	69
Приложение Б.....	75

## Введение

В наши дни существование колёсного транспорта без подвески просто немыслимо, особенно актуально это утверждение для территории России.

В связи с переходом двигательной системы на новый уровень, уровень поли систем, согласно З.Р.Т.С., конкретнее «Закон перехода моно-би-поли» [1], возникают новые принципиальные схемы транспорта. Воплощение же некоторых схем в реальном мире не представляется на данный момент возможным, но в упрощённом виде всё же находят реализацию.

Под новым уровнем З.Р.Т.С. понимается уход от идеи колёсного транспорта приводимым в движение одним двигателем, усложнения системы управления, повышение надёжности в следствии перехода на новые типы двигателей и увеличения их количества. Двигатели устанавливаются прямо в колесо для повышения КПД транспорта и не увеличения его массы, из-за увеличения числа двигателей, из-за чего это решение получило своё название «мотор-колесо» (МК). В простом автомобиле с МК в качестве подвески вполне пригодна для использования подвеска Мак Ферсона, но этот тип подвески, как и все остальные, крепится на прямую к корпусу транспорта, что не позволяет использовать ещё одно преимущество МК – свободу перемещения. Для того что бы реализовать весь потенциал МК необходима разработка новых типов независимых подвесок, если быть точнее, то подвесок «независимых колёс».

В данной дипломной работе разработана и представлена одна из возможных схем подвески «независимого колеса», исследована её динамика, работоспособность и возможные качественные отличия от традиционной компоновки подвески колёс. Что позволит определить возможность получения реального прототипа данной подвески, целесообразность использования подобной схемы.

В данной работе составлена и представлена упрощённая математическая модель одной из перспективных схем установки подвески МК работа- трансформера (РТ).

Механизм работы подвески коротко можно описать следующим образом. МК получая от рельефа опорной поверхности перемещение  $\Delta$  вызывает сжатие пружин, в следствии чего угол наклона амортизационных стоек по отношению к качающемуся рычагу увеличивается.

Упрощённо, для построения математической модели, схему подвески колеса можно представить в виде колебательной системы из двух последовательно соединённых тел Кельвина-Фойгта (Рисунок 2).

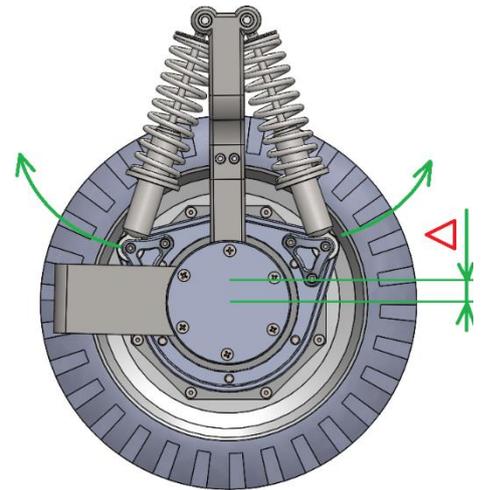


Рис. 1. Движения компонентов подвески.

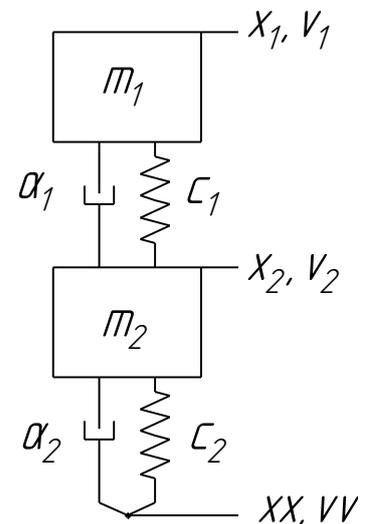


Рис. 2. Схема подвески колеса

## 1. Обзор литературы

Под шасси РТ понимается отдельные МК способные перемещаться относительно кабины, независимо друг от друга, с сохранением полной работоспособности.

Подобные решения уже применены в изделиях. Далее представлен наиболее подходящий под данную тему трансформируемый транспорт с отдельно применяемыми колёсами.

### 1.1. Концепт-скутер Peugeot XB1

Peugeot XB1 (Рисунок 3) представляет полностью электрическое транспортное средство для поездок на короткие расстояния.

Разгоняется XB1 до 35 км/ч, а при движении на тротуаре - до 15 км/ч.



Рис. 3. Концепт-скутер Peugeot XB1

Для движения на скорости 35 км/ч скутер оснащён подвеской в ведущих колёсах (Рисунок 4). [4]

Судя по иллюстрации подвеска состоит из 2 амортизаторов оси которых сведены в точку и вертикально расположенной направляющей берущей начало в точке пересечения осей амортизаторов.



Рис. 4. Подвеска Peugeot XB1

## 1.2. Городской автомобиль Hiriko

Hiriko Citycar EV – это машина для городских поездок (Рисунок 5). Максимальная скорость – 110 километров в час.



Электромобиль Hiriko

Citycar EV можно сравнить с *Рис. 5. Городской автомобиль «Hiriko»*

детской раскладной коляской, которая при эксплуатации имеет одни размеры, а при



хранении – другие! Вот *Рис.6. Схема трансформации шасси автомобиля «Hiriko»*

и эта машина может существенно «архивироваться» при парковке. При это она становится меньше по длине, но больше по высоте (Рисунок 6). [5]

Первый «трансформер» создатели которого пытались воплотить в реальность главное преимущество МК – свободу. Если нет жёсткой связи между мостами, значит можно сделать кузов сегментным, и перемещать эти сегменты относительно друг друга, получив, в данном случае, существенное изменение площади проекции на основную плоскость.

## 1.3. Экскаватор SX фирмы Kaiser

Фирма Kaiser создала одноковшовые экскаваторы S1 и S2 с оригинальным ходовым устройством шагающего типа. Эти машины предназначены для механизации земляных и погрузочно-разгрузочных работ в труднодоступных местах, а также для лесоразработок. Преодолевая различные препятствия в холмистой местности, на болотах, в реках, при

лесоразработках, эти машины выполняют работы, на которых одноковшовые строительные экскаваторы обычной конструкции не могут использоваться.

Машины имеют все ведущие колеса. Привод механизма передвижения — от гидромоторов и двухступенчатых планетарных редукторов с фрикционным тормозом, помещенным в масляную ванну. Скорость перемещения машины - до 7 км/ч, изменение скорости - бесступенчатое.

Повышенная устойчивость и надежная работа экскаватора достигаются возможностью широко расставлять опоры (Рисунок 7). [6]

Это наиболее важный экземпляр, раскрывающий наиболее полно главное преимущество МК. В конструкции этого экскаватора использовано важное понятие «независимое колесо», и за счёт этого достигается просто не вероятная проходимость, подвижность и устойчивость. МК закреплены жёстко, без какой-либо подвески (Рисунок 8), это обусловлено тем что при использовании гидромоторов сложно разогнаться до скорости, когда требуется амортизация, а с теми неровностями что всё же встречаются отлично справляется шина повышенной толщины.

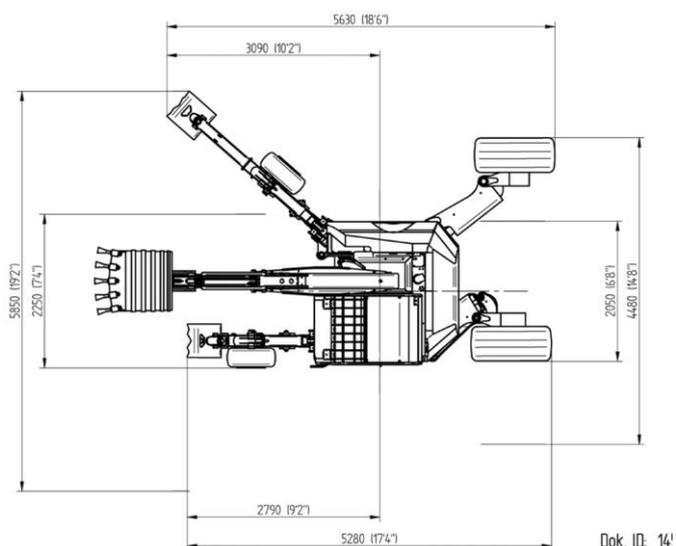


Рис. 7. Экскаватор SX фирмы Kaiser.



Рис. 8. Снимок ходовой экскаватора

## Выводы обзора

Все примеры показывают какой может быть необычной реализация концепции МК, но движение в направлении концепции «независимое колесо» которое является уже следующей ступенью, какое-то «зажатое», не полностью реализованное. Это высказывание не касается транспорта под номером три, где инженеры добились реализации независимого колеса в полной мере, но увы на данном транспорте нет подвески вовсе.

В первом рассмотренном транспорте за важную идею можно принять конструкцию подвески, а точнее возможность её развития. Например, можно точку пересечения осей амортизаторов разместить на подвижном, относительно корпуса, рычаге, так что при перемещении корпуса относительно колеса, подвеска будет всегда направлена перпендикулярно опорной поверхности. Так же важной идеей является устройство МК и подвески на отдельных рычагах относительно несущего корпуса, хоть и неподвижных.

Во втором рассмотренном транспорте элементы подвески находятся не в МК, а на несущем рычаге как в традиционной независимой поперечной подвеске, отличие заключается в замене поворотного кулака на привод выполняющий те же функции.

Третий пример иллюстрирует применение независимых МК для получения транспорта на колёсно-шагающем ходу через добавление ещё одного опорного рычага. Это будет интересно для различной специальной техники от которой требуется передвижение по дорогам и по сложно пересечённой местности. Такая техника может добираться в любую точку на карте, двигаясь по дорогам на колёсах, а по сложно пересечённой местности в виде шагающего паука, использующего колёса как человек ступни.

## 2. Объект и методы исследования

**Гипотеза:** подвеска с двумя качающимися амортизационными стойками работоспособна.

**Цель исследования:** доказать или опровергнуть гипотезу.

Объектом исследования является подвеска колёс робота-трансформера.

Методом исследования выбрано математическое моделирование. Кривой  $x(t)$  задаётся рельеф, возмущение на колёсах, программа вычисляет ускорения и перемещения всех масс. Программа для математического моделирования «Pascal ABC».



*Рис. 9. Японский 4 метровый робот KURATAS*

## 3. Расчёты и аналитика

Основываясь на данных с уже выпускаемых РТ, таких как KURATAS на рисунке 9, предполагается, что робот в обычном состоянии размерами с пикап, то есть 5 метров в длину, 2 метра в ширину и 2 метра в высоту. Снаряжённая масса 3 тонны. Движение должно осуществляться четырьмя колёсами, что означает максимальную нагрузку на одно колесо 0,75 тонны или 750 кг. Особенности конструкции данной подвески придаёт способность РТ менять свою форму – трансформироваться, и перемещаться в изменённой

форме. Исходя из официальных данных KURATAS не обладает какой либо подвеской при максимальной скорости 10 км/час [15].

Первым делом объединил все три элемента подвески в один узел – амортизационную стойку. Амортизационные стойки давно и уже широко используются в автомобилестроении так как их применение значительно упрощает конструкцию подвески автомобилей. Применяются практически во всех типах подвески, но являются ключевыми в таких типах подвески как Де Дион, продольные рычаги, поперечные рычаги. Мак Ферсон. Хотя амортизационная стойка включает в себя и упругий элемент, и гасящий элемент, и направляющий элемент, последний явно не справляется со своей задачей, для чего во всех перечисленных типах подвески введены ещё дополнительные стабилизационные рычаги. Установка дополнительных рычагов явно увеличивает занимаемое подвеской пространство, и требует крепления на кузов, что в рамках поставленной нам задачи является не допустимым. Чтобы исключить завал колеса в каком-либо направлении под действием продольных сил при разгоне или торможении, установил две амортизационные стойки под углом друг к другу так чтобы они поддерживали друг друга. Планируется, что при разгоне одна стойка сжимается, а другая растягивается, зеркально происходят деформации и при торможении.

Далее верхнюю точку крепления амортизационных стоек разместил на качающемся относительно корпуса рычаге, а точку качения расположил ниже оси вращения колеса, в результате силы, возникающие при сжатии пружин под действием сил тяжести, удерживают качающийся рычаг всё время вертикально.

Использование качающегося рычага, имеющего две оси для крепления амортизационных стоек, требует дополнительного пространства, что в рамках поставленной задачи требуется избегать. Выход был найден в

изгибающемся рычаге имеющим крепление в плоскости нижнего крепления стоек к ступице. Возникающие изгибающие напряжения ликвидирую накладкой, являющейся второй частью качающегося рычага. При помощи данного решения удалось спрятать качающийся рычаг под оси для крепления стоек, расположив рычаг в одной плоскости с амортизационными стойками что уменьшило размер по оси колеса занимаемый подвеской и повысило жёсткость конструкции.

Полученная подвеска является самовыравнивающейся, и подходящей для большинства типов колёсного транспорта. Главными особенностями кроме компактности являются: прямолинейный характер движения колеса, полная передача нагрузок на гасящий и упругий элементы, возможность работы под любым углом по отношению к несущему рычагу. Важным параметром и сегодня является то что колесо движется по прямой, а не по дуге как во многих типах подвесок что не приводит к увеличению развала колёс, а как следствие к ухудшению управляемости и поперечной устойчивости.

Слабым местом данного типа подвески может быть оси в которые упираются амортизационные стойки. эти оси в радиальном направлении зажаты, в осевом направлении тоже нет свободных мест, что указывает что эти оси будут работать на срез и смятие.

Масса предполагаемой кабины 1 000 кг, транспорт имеет 4 колеса по 2 амортизационные стойки на каждом, из этого получаем что на каждую ось будет действовать нагрузка равная:

$$P = \frac{1000}{4 \times 2} \times 2 \times 9,8 = 2450 \text{ Н}$$

Где: 2 - это коэффициент запаса, 9,8 – это ускорение свободного падения для представления конечного результата в единицах системы СИ.

Диаметр оси 20 мм, что составляет 0,02 м.

Из уравнения проверки на срез получим выражение для расчёта требуемого от материала предела прочности на срез:

$$[\tau_{\text{ср}}] \geq \tau_{\text{ср}}$$

$$\tau_{\text{ср}} = \frac{P}{A_{\text{ср}}}$$

Где:  $A_{\text{ср}}$  – площадь среза.

Ось срезается по двум плоскостям каждая из которых равна диаметру оси.

$$A_{\text{ср}} = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi \times 0,02^2}{4} \times 2 = 0,00062 \text{ м}^2$$

$$\tau_{\text{ср}} = \frac{2450}{0,00062} = 3,95 \text{ МПа}$$

Любая сталь подойдёт.

Из уравнения проверки на смятие получим выражение для расчёта требуемого от материала предела прочности на смятие.

$$[\sigma_{\text{см}}] \geq \sigma_{\text{см}}$$

$$\sigma_{\text{см}} = \frac{P}{A_{\text{см}}}$$

$$A_{\text{см}} = \frac{2\pi r}{2} \times \ell = \frac{2 \times \pi \times 0,01}{2} \times 0,02 = 0,00062 \text{ м}^2$$

Где  $\ell = 20$  мм - длина соприкосновения оси и амортизационной стойки.

$$\sigma_{\text{см}} = \frac{2450}{0,00062} = 3,95 \text{ МПа}$$

Здесь так же подойдёт любая сталь.

Назначил Сталь 45 у которой  $[\tau_{ср}] = 130$  МПа и  $[\sigma_{см}] = 310$  МПа. [8]

Для вращения качающегося рычага необходима установка подшипников, а для стабильной работы их число должно быть больше одного. Поскольку подшипники не будут совершать полных вращений, и неизвестна частота движений подшипников, возможен расчёт ресурса в оборотах (приблизительный расчёт).

Осевую нагрузку не учитываем, так как она не предполагается, а с некоторой осевой нагрузкой справятся любые радиальные подшипники.

Номинальный ресурс подшипника в миллионах оборотов:

$$L = \left(\frac{C}{P}\right)^p \quad [7, \text{стр. 211}]$$

Где: С – динамическая грузоподъёмность по каталогу; Р – эквивалентная нагрузка; p – показатель степени, для шарикоподшипников p=3.

Расчёт эквивалентной нагрузки. [7, стр. 212]

$$P = VF_r K_\delta K_T$$

Где: V – коэффициент при вращении внутреннего кольца V=1;  $F_r$  – радиальная нагрузка;  $K_\delta$  – коэффициент учитывающий характер нагружения [7, табл. 9.19];  $K_T$  – коэффициент учитывающий температуру окружающей среды [7, табл. 9.20].

Радиальная нагрузка является реакцией на действующую нагрузку от веса транспорта передаваемую через качающийся рычаг.

$$F_r = \frac{1000}{4} = 2450 \text{ Н}$$

$$P = 1 \times 2450 \times 3 \times 1,1 = 8085 \text{ Н}$$

Подшипник установлен 176116 ГОСТ 8995-75 его номинальная динамическая грузоподъёмность составляет 56000 Н.

$$L = \left(\frac{56000}{8085}\right)^3 = 332,3 \text{ млн. оборотов}$$

Для ориентировочной оценки принять что качающийся рычаг будет совершать движение такое же число раз что и колесо оборачивается вокруг своей оси, то при средней скорости 30 км/ч и диаметре колеса в 575 мм ресурс подшипников составит 2, 28 года непрерывной работы.

В результате проектно-конструкторской работы выбрано техническое предложение подвески, разработан эскиз по выбранному предложению.

Любой тип конструкции подвески неизменно включает в себя три элемента: упругий элемент, направляющий элемент и гасящий элемент. Упругий элемент (пружины) снижает вертикальное ускорение кузова, передаваемое от колеса. Направляющий элемент (рычаги) определяет общую геометрию и характер движения колеса, так же расположение направляющих элементов влияет на объём передаваемых усилий на упругий элемент. Гасящий элемент (амортизатор) призван рассеивать энергию колебаний упругого элемента, переводя эту энергию в тепло.

Эффективность защиты от вибрационных воздействий (эффективность амортизации) во многом зависит от ряда параметров амортизаторов: статической жесткости (упругости), динамической жесткости, коэффициента затухания (демпфирования), амплитудно-частотных характеристик, ударных характеристик и т.д.

К силам, действующим при колебаниях амортизированного объекта относятся: возмущающие силы, восстанавливающие силы и диссипативные

силы (силы сопротивления). Возмущающие силы – это внешние силы, являющиеся некоторыми функциями времени и вызывающие вынужденные колебания систем амортизации, на которую эти силы действуют.

Восстанавливающие силы возникают при отклонениях системы амортизации от положения равновесия и стремятся вернуть ее в это положение. Колебательные свойства системы амортизации обусловлены в основном наличием восстанавливающих сил. Количественным показателем, характеризующим восстанавливающие свойства амортизатора, является статический коэффициент жесткости  $C$  (или статический коэффициент упругости).

Диссипативные силы – силы, зависящие от скорости колебаний (по крайней мере от ее знака), всегда направлены противоположно направлению движения. Рассеяние энергии в результате действия трения называют демпфированием.

Вид характеристик диссипативных сил определяется природой сопротивления (коэффициент сопротивления).

### **Математическая модель**

В простейшем случае система амортизации может быть представлена в виде колебательной системы из двух последовательно соединённых тел Кельвина-Фойгта (рисунок 2), состоящих из инерционных элементов  $m_1$  и  $m_2$ , упругих элементов с жесткостью  $c_1$  и  $c_2$  соответственно, и демпферов  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$ , которые закреплены непосредственно на основании.

В математической модели рассмотрены перемещения колеса и корпуса, в зависимости от заданной кривой - предполагаемого рельефа опорной поверхности.

При моделировании систем в простейшем случае вводятся допущения и условия:

- Динамическое воздействие на амортизируемый объект совершается только прямолинейно вдоль одной из осей координат;
- Масса упругого элемента настолько меньше массы амортизируемого объекта, что ею можно пренебречь;
- Масса амортизируемого объекта, коэффициент жесткости  $c$  и коэффициент демпфирования  $\alpha$  упругого элемента являются величинами постоянными, не изменяющимися в течении времени;
- Основание и амортизируемый объект настолько жестки, что их деформациями можно пренебречь;
- Сила упругости пропорциональна деформации амортизатора;
- Сила сопротивления амортизатора пропорциональна первой степени скорости смещения амортизируемого объекта.

Пояснения к рисунку 2.

$m_1$  – часть массы кузова транспорта

$x_1$  – перемещение части кузова

$v_1$  – вертикальная скорость части кузова

$c_1$  – коэффициент жесткости амортизаторов

$\alpha_1$  – коэффициент сопротивления амортизаторов

$m_2$  – масса мотор – колеса

$x_2$  – перемещение оси колеса

$v_2$  – вертикальная скорость колеса

$c_2$  – коэффициент жесткости шины [3]

$\alpha_2$  – коэффициент сопротивления камеры

$xx$  – перемещение вызванное изменением высоты дорожного полотна

$vv$  – скорость изменения уровня дорожного полотна

Согласно принципу д'Аламбера получаем уравнения.

для колеса:

$$m_2 * \alpha_2 - c_2(xx - x_2) - \alpha_2(vv - v_2) + c_1(x_2 - x_1) * 2 + \alpha_1(v_2 - v_1) * 2 = 0$$

для корпуса:

$$m_1 * \alpha_1 - c_1(x_2 - x_1) * 2 - \alpha_1(v_2 - v_1) * 2 = 0$$

Выразим из этих уравнений ускорения.

$$\alpha_2 = \frac{c_2(xx - x_2) + \alpha_2(vv - v_2) - c_1(x_2 - x_1) * 2 - \alpha_1(v_2 - v_1) * 2}{m_2}$$

$$\alpha_1 = \frac{c_1(x_2 - x_1) * 2 + \alpha_1(v_2 - v_1) * 2}{m_1}$$

Далее используя метод Рунге-Кутты получим скорости, а затем и перемещения.

В представленной программе будет исследоваться вертикальное перемещение корпуса, при поступлении возмущения  $xx$  на шину колеса.

Используемые коэффициенты и постоянные:

$$m_1 = 1000 \text{ кг} \approx 10000 \text{ Н.}$$

$$c_1 = 160 \frac{\text{Н}}{\text{мм}}.$$

$\alpha_1 = 0,3$  [Среднее значение упоминавшихся на различных интернет форумах]

$$m_2 = 25 \text{ кг} \approx 250 \text{ Н.}$$

$$c_2 = 276 \frac{\text{Н}}{\text{мм}}$$

$\alpha_2 = 0,7$  [Среднее значение упоминавшихся на различных интернет форумах]

$c_1$  и  $\alpha_1$  помножены на 2, так как в подвеске что мы моделируем находится 2 амортизатора.

$x$  задано уравнением вида  $\sin(0,25 * dt * i - 0,2) + \cos(dt * i + 0,3)$

где:  $dt$  – выбранный шаг по времени,  $i$  – количество шагов на выбранном отрезке времени.

$v$  задано уравнением производной уравнения перемещения и имеет вид:  $0,25 * \sin(0,25 * dt * i - 0,2) - \sin(dt * i + 0,3)$ .

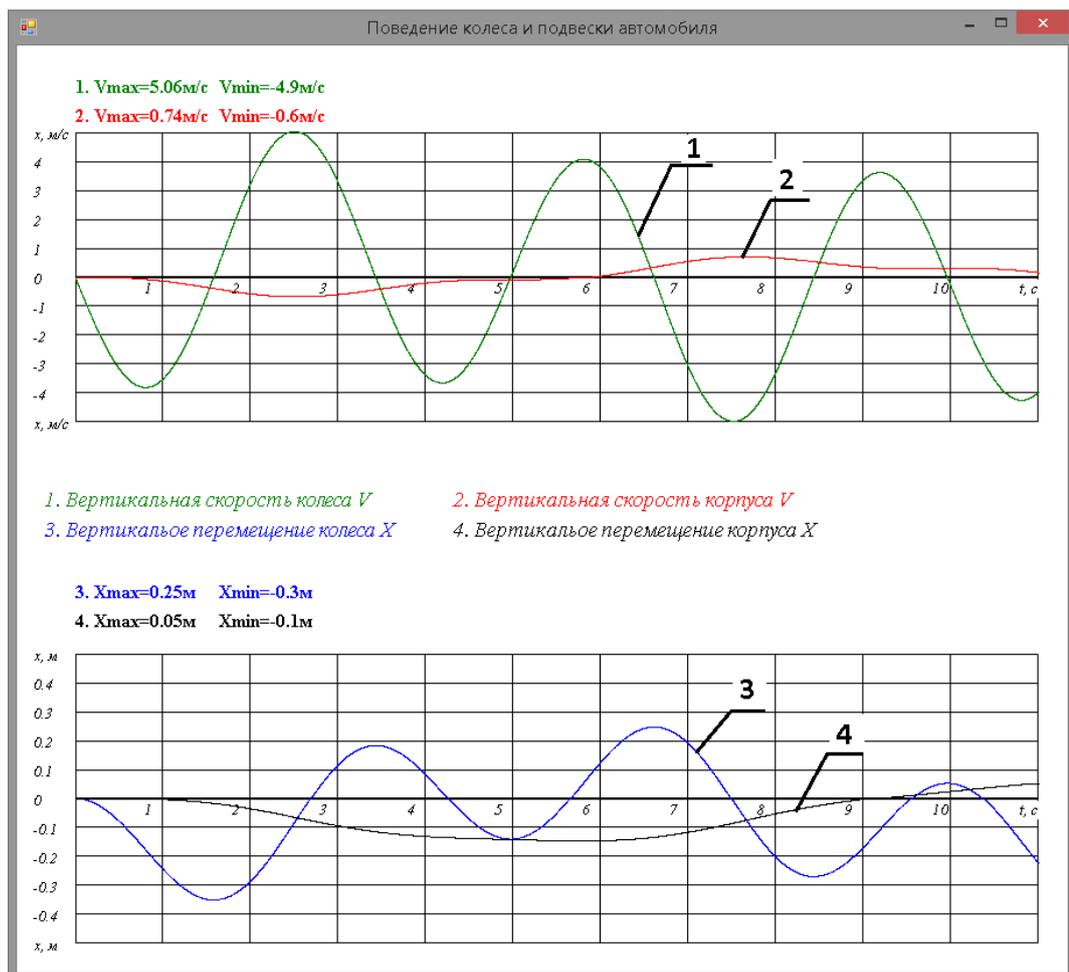


Рис. 10. Графики полученные в результате расчётов.

Из полученных графиков на рисунке 10 видно, что новая конструкция подвески работает так же, как и обычная. Кривые 1 и 3 показывают, что колёса испытывают частые скачки, смягчённые за счёт упругих деформаций шин. Кривые 2 и 4 показывают небольшие и долгие покачивания корпуса, что показывает на исправно работающие амортизаторы и подвеску в целом.

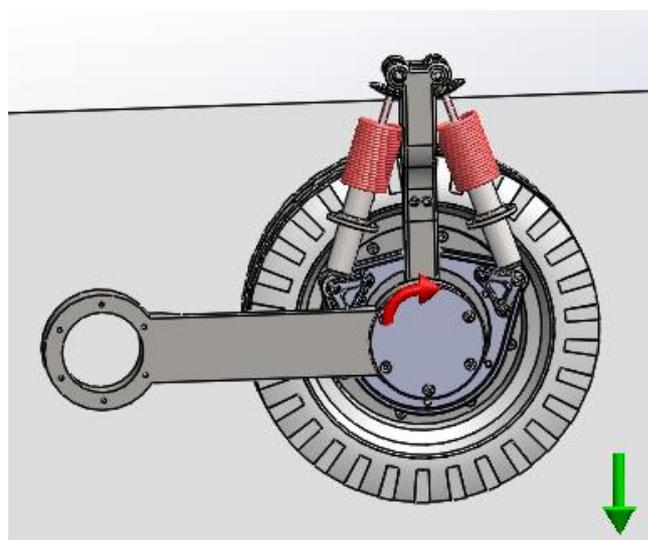
Данное моделирование сочтено не достаточным, принято решение провести дополнительные исследования.

Для исследования, в трёхмерной программе «SolidWorks» была создана трёхмерная математическая модель подвески колеса по новой схеме.

При помощи специального модуля для SolidWorks под название «Motion», данной трёхмерной математической модели были присвоены необходимые физические свойства,

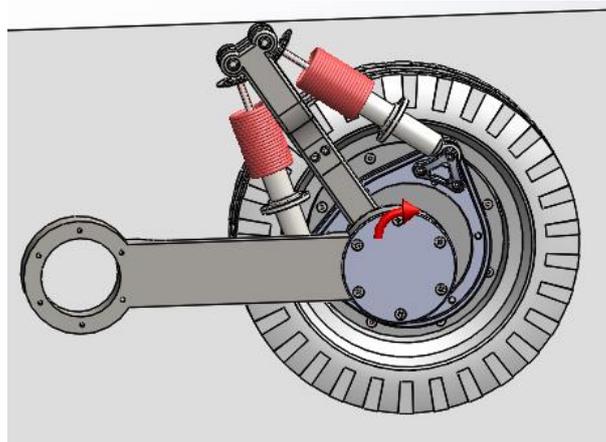
связи и ограничения, такие как масса, сила притяжения скорость движения, упругие и демпфирующие свойства и т. д.

Произведена симуляция движения независимого колеса на разрабатываемой схеме подвески. Симуляция производилась с применением трёхмерной математической модели полигона с искусственными препятствиями.



*Рис.11. Схема сил в трёхмерной математической модели*

Данное исследование показало, что при начале движения, корпус под действием инерции отстаёт от колеса, одна пружина сжимается, вторая растягивается. Но из-за предварительного сжатия, вторая пружина создаёт импульс при снятии нагрузки и баланс сил нарушается - подвеска опрокидывается.



*Рис.12. Опрокидывание подвески*

Изменение различных параметров таких как жесткость пружин, коэффициент демпфирования, начальный эксцентриситет оси опоры и колеса не изменили ситуацию, итог всегда один.

#### **4. Результат разработки и исследования**

Проведён обзор подвесок для МК, выявлены недостатки, разработана новая схема подвески с двумя качающимися амортизационными стойками. Произведены математические моделирования в двух программах.

Расчёты, произведённые с помощью программного продукта Pascal ABC, показали стабильную работу новой схемы подвески. Программный код можно найти в приложении А.

В тоже время трёхмерное математическое моделирование в программе SolidWorks, более полноценное, показывает полную неработоспособность данной схемы, при банальном ускорении, в результате чего объект исследования даже не добрался до искусственных препятствий.

Результатом разработки и исследования стала схема подвески с двумя качающимися амортизационными стойками, которая по результатам моделирования не работает. Создание реального прототипа не рекомендуется.

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

В данном разделе приведена оценка полных денежных затрат на исследование, а также дана приблизительная экономическая оценка результатов её внедрения. Необходимо понимать, что коммерческая привлекательность научного исследования определяется не только превышением технических параметров над предыдущими разработками, но и тем, насколько быстро разработчик сумеет найти ответы на такие вопросы – будет ли продукт востребован рынком, какова будет его цена, каков бюджет научного проекта, какой срок потребуются для выхода на рынок и т.д.

Таким образом, целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является оценка и последующее сравнение конкурентоспособных разработок, технологий.

Раздел состоит из подразделов:

- оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований;
- расчет сметы затрат на выполнение проекта;
- определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.

### **4.1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований**

#### **4.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования**

Для анализа потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование.

Целевой рынок: промышленные машиностроительные компании с единичным или серийным производством. Так как конструкция новой

подвески сложнее, следовательно – дороже, на крупносерийные модели колёсного транспорта применять не выгодно. Остаётся машиностроение специальной или специализированной техники, такой как: лесозаготовительная техника, экскаваторы и погрузчики, военная техника и техника министерства по чрезвычайным ситуациям.

#### 4.1.2. Структура работ в рамках научного исследования

*Таблица 1 - Перечень этапов, работ и распределение исполнителей*

Основные этапы	№ Раб		Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель
Выбор направления исследований	2	Изучение материалов по теме	Студент
	3	Проведение патентного обзора	Студент
Теоретические и экспериментальные исследования	4	Составление принципиальной схемы	Студент
	5	Построение расчётной схемы и математической модели	Студент
	6	Выполнение расчетов	Студент
	7	Исследование математической модели	Студент
	8	Оформление статьи	Студент
Оформление отчета	9	Заполнение пояснительной записки	Студент

### 4.1.3. Определение трудозатрат при выполнении работ

Трудозатраты (трудоемкость) выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения, ожидаемого (среднего) значения трудоемкости:

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

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

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях  $T_p$ , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{\text{ож}i}}{Ч_i},$$

где  $T_{pi}$  – продолжительность одной работы, раб. дн.;  $t_{\text{ож}i}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.;  $Ч_i$  – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Таблица 2 - Ожидаемое время выполнения работы

Основные этапы	№ Раб		$t_{ож}$ , чел.-дн.
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	4
	2	Изучение материалов по теме	8
Выбор направления исследований	3	Проведение патентного обзора	4
	4	Составление принципиальной схемы	4
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Построение расчётной схемы и математической модели	14
	6	Выполнение расчётов	7
	7	Исследование математической модели	14
	8	Оформление статьи	7
Оформление отчета	9	Заполнение пояснительной записки	7
Итого:			79

Расчет продолжительности одной работы не является необходимым, т.к. на каждой работе задействован один исполнитель, то есть  $T_p = t_{ож}$ .

#### 4.1.4. Разработка графика проведения научного исследования.

Строится график проведения научного исследования в форме диаграммы Ганта.

Таблица 3 - Календарный план-график проведения НИОКР по теме

№ Раб	Вид работ	Исполнители	Продолжительность выполнения работ											
			Март		Апрель			Май						
			2	3	1	2	3	1	2	3				
1	Составление и утверждение ТЗ	Руководитель												

2	Изучение материалов по теме	Студент Руководитель								
3	Проведение патентного обзора	Студент								
4	Составление принципиальной схемы	Студент								
5	Построение расчётной схемы и математической модели	Студент								
6	Выполнение расчётов	Студент								
7	Исследование математической модели	Студент								
8	Оформление статьи	Студент								
9	Заполнение пояснительной записки	Студент								

#### 4.2. Расчет сметы затрат на выполнение проекта

Расчёт сметной стоимости выполнения разработки производится по следующим статьям затрат:

- материалы и покупные изделия;
- заработная плата;
- социальный налог;
- расходы на электроэнергию (без освящения);
- амортизационные отчисления;

- прочие услуги;
- прочие (накладные) расходы.

#### 4.2.1. Расчёт затрат на материалы.

Сюда относятся все расходы, связанные с покупкой расходников, инструмента, оборудования и т.д. Так как вся разработка ведётся исключительно на персональном компьютере, то и расходы, связанные только с компьютером.

*Таблица 4 - Материальные затраты*

Наименование материалов	Цена за ед., руб.	Кол-во	Сумма, руб.
Бумага для принтера формата А4	250,0	2 уп.	500,0
Картридж для принтера	2300,0	1 шт.	2300,0
Мышь компьютерная	900,0	1 шт.	900,0
Итого:			3700,0

Допустим, что транспортные расходы составляют 5% от цены материалов, тогда расходы на материалы с учётом транспортных расходов составляют 3885,0 руб.

#### 4.2.2. Расчёт заработной платы

Данная статья расходов включает заработную плату научного руководителя и инженера, а также премии, входящие в фонд заработной платы. Расчет основной заработной платы выполняется на основе трудоемкости выполнения каждого этапа и величины месячного оклада исполнителя. Среднедневная тарифная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$\text{Дневная з/плата} = \frac{\text{Месячный оклад}}{21}$$

Расчеты затрат на основную заработную плату приведены в таблице 6. При расчете учитывалось, что в году 298 рабочих дня и, следовательно, в

месяце 24,83 рабочих дня. Затраты времени на выполнение работы по каждому исполнителю брались из таблицы 2. Для учета в ее составе премий, дополнительной зарплаты и районной надбавки используется следующий ряд коэффициентов:  $K_{\text{ПР}}=1,1$ ;  $K_{\text{доп.ЗП}}=1,188$ ;  $K_{\text{р}}=1,3$ . Таким образом, для перехода от тарифной (базовой) суммы заработка исполнителя, связанной с участием в проекте, к соответствующему полному заработку (зарплатной части сметы) необходимо первую умножить на интегральный коэффициент  $K_{\text{и}} = 1,1 * 1,188 * 1,3 = 1,699$ .

*Таблица 5 – Затраты на основную заработную плату*

Исполнитель	Оклад, руб./мес.	Среднедневная ставка, руб./день	Затраты времени, дни	Коэфф.	Фонд з/платы, руб.
НР	25000,0	1190,0	8	1,699	15 630,0
И	14600,0	695,0	61	1,699	72 029,0
<b>Итого:</b>					<b>87 659,0</b>

Таким образом, затраты на основную заработную плату составили:

$$C_{\text{зп}} = 87659,0 \text{ рублей.}$$

#### **4.2.3. Расчет отчислений от заработной платы**

Затраты по этой статье составляют отчисления по единому социальному налогу (ЕСН). Отчисления по заработной плате определяются по следующей формуле:

$$C_{\text{соц}} = K_{\text{соц}} \cdot C_{\text{осн}},$$

где  $K_{\text{соц}}$  – коэффициент, учитывающий размер отчислений из заработной платы. Данный коэффициент составляет 30% от затрат на заработную плату и включает в себя отчисления в пенсионный фонд, на социальное страхование и на медицинское страхование.

Итак, отчисления из заработной платы составили:

$$C_{\text{соц}} = 0,3 \cdot 87659 = 26\,297,0 \text{ рублей.}$$

#### 4.2.4. Расчет затрат на электроэнергию

Данный вид расходов включает в себя затраты на электроэнергию при работе оборудования. Затраты на электроэнергию при работе оборудования для технологических целей рассчитываются по формуле:

$$C_{\text{эл.об.}} = P_{\text{об.}} \cdot C_{\text{э}} \cdot t_{\text{об.}}$$

где  $P_{\text{об}}$  – мощность, потребляемая оборудованием, кВт;  $C_{\text{э}}$  – тарифная цена для ТПУ  $C_{\text{э}} = 5,257$  руб./кВт·час (с НДС);  $t_{\text{об}}$  – время работы оборудования, час.

Время работы оборудования вычисляется на основе итоговых данных таблицы 9 для студента ( $T_{\text{рд}}$ ) из расчета, что продолжительность рабочего дня равна 8 часов.

$$t_{\text{об}} = T_{\text{рд}} \cdot K_t,$$

где  $K_t \leq 1$  – коэффициент использования оборудования по времени.

Мощность, потребляемая оборудованием, определяется по формуле:

$$P_{\text{об}} = P_{\text{ном}} \cdot K_c,$$

где  $P_{\text{ном}}$  – номинальная мощность оборудования, кВт;  $K_c$  – коэффициент спроса, зависящий от количества, загрузки групп электроприемников. Так как в данном случае группа состоит всего из одного электроприемника с приемом  $K_c = 1$ .

Затраты на электроэнергию для технологических целей приведены в табл. 6.

Таблица 6 – Затраты на электроэнергию

Наименование оборудования	Время работы оборудования, час	Потребляемая мощность $P_{\text{об}}$ , кВт	Затраты $C_{\text{эл.об.}}$ , руб.
Персональный компьютер	$488 \cdot 1 = 488$	0,7	1795,8
Лазерный принтер	$3 \cdot 1 = 3$	0,1	1,57
<b>Итого:</b>			<b>1797,37</b>

Таким образом, затраты на электроэнергию составили:

$$C_{\text{эл.об.}} = 1797,37 \text{ рублей.}$$

#### 4.2.5. Расчет амортизационных расходов

В статье «Амортизационные отчисления» рассчитывается амортизация используемого оборудования за время выполнения проекта.

Используется формула:

$$C_{\text{АМ}} = \frac{N_{\text{А}} * C_{\text{ОБ}} * t_{\text{рф}} * n}{F_{\text{Д}}},$$

где  $N_{\text{А}}$  – годовая норма амортизации единицы оборудования;  $C_{\text{ОБ}}$  – балансовая стоимость единицы оборудования с учетом ТЗР. При невозможности получить соответствующие данные из бухгалтерии она может быть заменена действующей ценой, содержащейся в ценниках, прейскурантах и т.п.;  $F_{\text{Д}}$  – действительный годовой фонд времени работы соответствующего оборудования, берется из специальных справочников или фактического режима его использования в текущем календарном году.

Из постановления правительства РФ «О классификации основных средств, включенных в амортизационные группы», получаем  $N_{\text{А}}$  для ПК, это 2-3 года. Принимаем  $CA = 2,5$  года. Далее определяется  $N_{\text{А}}$  как величина обратная  $CA$ , в данном случае

$$N_{\text{А}} = 1 : 2,5 = 0,4.$$

Стоимость ПК 40000 руб., время использования 488 часов,  $F_{\text{Д}} = 298 * 8 = 2384$  часа (298 рабочих дней при шестидневной рабочей неделе, 8 часов рабочий день), тогда для него

$$C_{\text{АМ}} = \frac{0,4 * 40000 * 488 * 1}{2384} = 3\,275,17 \text{ рублей}$$

Стоимость принтера 4000 руб., его  $F_d = 500$  час.,  $N_A = 0,5$ , тогда его

$$C_{AM} = \frac{0,5 * 4000 * 3 * 1}{500} = 12 \text{ рублей}$$

Итого начислено амортизации 3 287,17 руб.

#### 4.2.6. Расчет расходов, учитываемых непосредственно на основе платежных документов

В связи с тем, что проект не включал командировочные, транспортные расходы, а также арендную плату за пользование имуществом и услуги сторонних организаций, то накладные расходы равны 0,0 рублей.

#### 4.2.7. Расчет прочих расходов

В статье отражены расходы на выполнение проекта, которые не учтены в предыдущих статьях, их следует принять равными 10% от суммы всех предыдущих расходов, т.е.

$$C_{\text{проч.}} = (C_{\text{мат}} + C_{\text{зп}} + C_{\text{соц}} + C_{\text{эл.об.}} + C_{\text{ам}}) \cdot 0,1$$

$$C_{\text{проч.}} = (3885,0 + 87659,0 + 26297,0 + 1797,37 + 3287,17) \cdot 0,1 = 12\,292,55 \text{ рублей.}$$

#### 4.2.8. Расчет общей себестоимости разработки

Проведя расчет сметы затрат на разработку, можно определить общую стоимость разработки проекта. Смета затрат на разработку проекта представлена в таблице 7.

Таблица 7 – Смета затрат на разработку проекта

Статья затрат	Условное обозначение	Сумма, руб.
Материалы и покупные изделия	$C_{\text{мат}}$	3700,0
Транспортно-заготовительные расходы	$C_{\text{тр}}$	185,0
Заработная плата	$C_{\text{зп}}$	87659,0

Отчисления в социальные фонды	$C_{\text{соц}}$	26297,0
Расходы на электроэнергию	$C_{\text{эл}}$	1797,37
Амортизационные отчисления	$C_{\text{ам}}$	3287,17
Прочие расходы	$C_{\text{проч}}$	12292,55
<b>Итого:</b>		135 218,09

Таким образом, расходы на разработку составили:

$$C = 135\,218,09 \text{ рублей.}$$

#### **4.2.9. Прибыль**

Прибыль следует принимать в размере 5-20 % от полной себестоимости проекта. Примем желаемую прибыль от реализации проекта равной 10 % от общих затрат на разработку. Таким образом, прибыль составляет 13 521,80 рублей (10% от расходов на разработку).

#### **4.2.10. Расчёт НДС**

НДС составляет 18% от суммы затрат на разработку и прибыли. В нашем случае это  $(135218,09 + 13521,80) * 0,18 = 24\,560,50$  рублей.

Сумма НДС составила 24 560,50 рублей.

#### **4.2.11. Цена разработки НИР**

Цена равна сумме полной себестоимости, прибыли и НДС, в нашем случае:

$$Ц_{\text{НИР(КР)}} = 135\,218,09 + 13\,521,80 + 24\,560,50 = 173\,300,39 \text{ руб.}$$

### **4.3. Оценка экономической эффективности**

Колёсный транспорт распространён повсеместно, на территории РФ, по данным ГИБДД, зарегистрировано 56,6 млн. транспортных средств, из которых 44,2 млн. – легковые автомобили, к которым относятся и внедорожники. Количество внедорожников колеблется от города к городу, например, во Владивостоке доля внедорожников составляет 66%, а в

Тольятти всего 21%. Если принять за среднюю долю внедорожников 40%, то получим 17,6 млн. внедорожников. Но большая часть владельцев не заинтересована в повышении проходимости, лишь 5% автолюбителей занимаются модернизацией и улучшением своего автомобиля, это около 800 тыс. автомобилей. Как видно из этих цифр, потенциальная аудитория для внедрения новой конструкции для повышения проходимости есть.

Главной экономической целью практически всех производств являются военные. Возможно установить новые подвески на БТР, БМП и т. д.

Экономическую эффективность не удалось оценить количественно из-за закрытости организации заказчика.

#### **4.3.1. Оценка научно-технического уровня НИР**

Научно-технический уровень характеризует влияние проекта на уровень и динамику обеспечения научно-технического прогресса в данной области. Для оценки научной ценности, технической значимости и эффективности, планируемых и выполняемых НИР, используется метод балльных оценок. Балльная оценка заключается в том, что каждому фактору по принятой шкале присваивается определенное количество баллов. Обобщенную оценку проводят по сумме баллов по всем показателям. На ее основе делается вывод о целесообразности НИР.

Сущность метода заключается в том, что на основе оценок признаков работы определяется интегральный показатель (индекс) ее научно-технического уровня по формуле:

$$K_{НТУ} = \sum_{i=1}^3 R_i \cdot n_i,$$

где  $K_{НТУ}$  – коэффициент научно-технического уровня;

$R_i$  – весовой коэффициент  $i$ -го признака научно-технического эффекта;

$n_i$  – количественная оценка  $i$ -го признака научно-технического эффекта, в баллах.

Таблица 8 – Весовые коэффициенты признаков НТУ

Признак НТУ	Примерное значение весового коэффициента $n_i$
Уровень новизны	0,4
Теоретический уровень	0,1
Возможность реализации	0,5

Таблица 9 – Баллы для оценки уровня новизны

Уровень новизны	Характеристика уровня новизны	Баллы
Принципиально новая	Новое направление в науке и технике, новые факты и закономерности, новая теория, вещество, способ	8–10
Новая	По-новому объясняются те же факты, закономерности, новые понятия дополняют ранее полученные результаты	5–7
Относительно новая	Систематизируются, обобщаются имеющиеся сведения, новые связи между известными факторами	2–4
Не обладает новизной	Результат, который ранее был известен	0

Таблица 10 – Баллы значимости теоретических уровней

Теоретический уровень полученных результатов	Баллы
Установка закона, разработка новой теории	10
Глубокая разработка проблемы, многоспектральный анализ, взаимодействия между факторами с наличием объяснений	8
Разработка способа (алгоритм, программа и т. д.)	6
Элементарный анализ связей между фактами (наличие гипотезы, объяснения версии, практических рекомендаций)	2
Описание отдельных элементарных факторов, изложение наблюдений, опыта, результатов измерений	0,5

*Таблица 11 – Возможность реализации результатов, по времени*

<b>Время реализации</b>	<b>Баллы</b>
В течение первых лет	10
От 5 до 10 лет	4
Свыше 10 лет	2

Уровень новизны данного проекта оценивается в 6 баллов, так как в работе по-новому объясняются те же факты, закономерности, новые понятия дополняют ранее полученные результаты. Теоретический уровень работы оценивается в 2 балла, так как в ходе работы производился элементарный анализ связей между факторами. Возможность реализации результатов оценивается в 4 балла, так как до внедрения в производство пройдет от 5 до 10 лет. Исходя из оценки признаков НИР, показатель научно-технического уровня для данного проекта составил:

$$K_{НТУ} = 0,4 \cdot 6 + 0,1 \cdot 2 + 0,5 \cdot 4 = 4,6.$$

*Таблица 12 – Оценка уровня научно-технического эффекта*

<b>Уровень НТЭ</b>	<b>Показатель НТЭ</b>
Низкий	1-4
Средний	4-7
Высокий	8-10

Таким образом, уровень научно-технической эффективности работы можно считать средним. Обоснование оценки признаков НИР приводится в табл. 13.

Таблица 13 – Сводная таблица оценки научно-технического уровня НИР

<b>Значи- мость</b>	<b>Фактор НТУ</b>	<b>Уровень фактора</b>	<b>Балл</b>	<b>Обоснование выбранного балла</b>
0,4	Уровень новизны	Новая	6	Предложена новая кинематическая схема подвески колеса.
0,1	Теоретический уровень	Элементарный анализ связей между факторами	2	Проанализировано поведение новой подвески.
0,5	Возможность реализации	От 5 до 10 лет	4	Поиск изготовителя комплектующих, конструкторско-технологическая подготовка производств.

## **6. Социальная ответственность.**

В данном разделе НИР рассмотрены вопросы, связанные с безопасностью и охраной окружающей среды учебной аудитории.

Основной целью данного раздела является выявление опасных факторов в учебной аудитории, создание оптимальных норм для улучшения условий труда, обеспечение безопасности человека, сохранения работоспособности в процессе деятельности, а также охраны окружающей среды.

### **Социальная ответственность работодателя.**

Исследования проводились в Томском политехническом университете, который обеспечил компьютерными классами с необходимым программным обеспечением для исследования математических моделей. В данном случае исследования производились в 16А корпусе 208 аудитории на кафедре АРМ НИ ТПУ.

Все компьютеры, на которых проводятся исследования, оснащены двумя мониторами, что в свою очередь очень удобно и повышает производительность труда студентов.

В процессе труда оператор ПК сталкиваются с воздействиями следующих вредных и опасных производственных факторов:

- физические:
- повышенные уровни электромагнитного излучения;
- повышенный уровень статического электричества;
- повышенные уровни запыленности воздуха рабочей зоны;
- повышенное содержание положительных аэроионов в воздухе рабочей зоны;
- пониженное содержание отрицательных аэроионов в воздухе рабочей зоны;
- пониженная или повышенная влажность воздуха рабочей зоны;
- пониженная или повышенная подвижность воздуха рабочей зоны;
- повышенный уровень шума;

- повышенный или пониженный уровень освещенности;
- неравномерность распределения яркости в поле зрения;
- повышенная яркость светового изображения;
- повышенный уровень пульсации светового потока;
- повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека;

1) химические:

- повышенное содержание в воздухе рабочей зоны двуокиси углерода, озона, аммиака, фенола, формальдегида и полихлорированных бифенилов;

2) психофизиологические:

- напряжение зрения;
- напряжение внимания;
- интеллектуальные нагрузки;
- эмоциональные нагрузки;
- длительные статические нагрузки;
- монотонность труда;
- большой объем информации обрабатываемой в единицу времени;
- нерациональная организация рабочего места;

3) биологические:

- повышенное содержание в воздухе рабочей зоны микроорганизмов.

## **Производственная санитария**

К работе за ПК допускаются: прошедшие вводный инструктаж по охране труда, прошедшие обучение по работе с вычислительной техникой и прошедшие инструктаж по работе на конкретном рабочем месте.

Помещение должно в первую очередь соответствовать количеству работающих, размещаемому в нём оборудованию и комплексу технических средств. В нём предусматривают соответствующие параметры температуры, освещения, чистоты воздуха и т.д. Для обеспечения нормальных условий труда санитарные нормы устанавливают на одного работающего (в данном случае студента или преподавателя), объём производственного помещения не

менее 15 м<sup>3</sup>, площадь помещения, выгороженного стенами или глухими перегородками не менее 4.5 м<sup>2</sup>.

В каждом производственном помещении содержатся разнообразные вредные вещества, в данном случае вредным веществом является углекислый газ (СО<sub>2</sub>).

Согласно ГОСТ 12.1005 - 88 предельно допустимая норма содержания СО<sub>2</sub> в воздухе - 20 мг/м<sup>3</sup>. Проблему снижения содержания СО<sub>2</sub> в воздухе, можно решить, путем применения естественной и искусственной вентиляции помещения (можно установить кондиционеры), а также озеленение помещения лаборатории сыграет свою роль в решении данной проблемы. Это, во-первых, позволит повысить влажность воздуха в помещении при его низком показателе, а во-вторых, создаст благоприятные психологические условия для выполнения предусмотренных работ.

### Микроклимат

Одним из необходимых условий здорового и высокопроизводительного труда является обеспечение чистоты воздуха и нормальных условий в помещении.

Нормируется следующим документом СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.

*Таблица 14 - нормативы СанПиН 2.2.4.548-96*

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Ia(до 139)	22-24	21-25	60-40	0,1
	Iб(140-174)	21-23	20-24	60-40	0,1
	IIa(175-232)	19-21	18-22	60-40	0,2
	IIб(233-290)	17-19	16-20	60-40	0,2
	III(более 290)	16-18	15-19	60-40	0,3

Теплый	Ia(до 139)	23-25	22-26	60-40	0,1
	Iб(140-174)	22-24	21-25	60-40	0,1
	IIa(175-232)	20-22	19-23	60-40	0,2
	IIб(233-290)	19-21	18-22	60-40	0,2
	III(более 290)	18-20	17-21	60-40	0,3

Выделяют оптимальные и допустимые микроклиматические условия. «Оптимальные условия – это такое сочетание параметров микроклимата, которое при длительном и систематическом воздействии вызывает у человека ощущение теплового комфорта и создает предпосылки для высокой работоспособности.

Допустимые условия – это такое сочетание параметров микроклимата, которое при длительном и систематическом воздействии вызывает у человека напряжение реакций терморегуляции, которые не выходят за пределы физиологических возможностей.

Оптимальные условия регулируют системами кондиционирования воздуха, а допустимые – обычными системами вентиляции и отопления».

Обычно температура в помещении поддерживается по принципу холодно/жарко. Если жарко, открывается форточка или окно. В ТПУ для обеспечения комфортной работы студентов, компьютерные классы оснащены кондиционерами.

### **Аэроионный состав воздуха**

При работе компьютер образует электростатическое поле вокруг себя, что вызывает деионизацию окружающей среды. А при нагревании платы и корпуса монитора происходит испускание вредных веществ в воздух. Все это делает воздух сухим и слабо ионизированным, что может привести к болезням аллергического характера, заболеваниям органов дыхания и других расстройств. Таким образом уровень ионизации воздуха (аэроионизации) играет важную роль в трудовой деятельности.

Аэроионизация (ионизация воздуха) является одним из важных факторов воздействия окружающей среды на здоровье человека как в открытом пространстве, так и при нахождении его в замкнутых помещениях.

В соответствии с ГОСТ 12.003-74 «Опасные и вредные производственные факторы, Классификация» повышенная или пониженная ионизация воздуха относится к группе вредных факторов физической природы.

Ионизация воздуха - это процесс превращения нейтральных атомов и молекул газов и других компонентов воздушной среды в ионы, т.е. в электрические заряженные частицы, несущие как положительные (аэроионы положительной полярности), так и отрицательные (аэроионы отрицательной полярности) заряды.

Кроме полярности, аэроионы подразделяются по подвижности. Различают:

- легкие аэроионы - с подвижностью 0,5-2 см/с : В/см<sup>2</sup>;
- средние - 0,5-0,01 см/с : В/см<sup>2</sup>;
- тяжелые - 0,0001-0,01 см/с : В/см<sup>2</sup>.

Параметры ионизации воздуха характеризуют его качество. В связи с этим они должны контролироваться на рабочих местах и соответствовать гигиеническим нормативам. К нормативным документам относятся:

- СанПиН 2.2.4.1294-03 «Гигиенические требования к аэроионному составу производственных и общественных помещений» (документ рекомендательного характера);
- МУК 4.3.1675-03 «Общие требования к проведению контроля аэроионного состава воздуха».

Нормируемыми показателями аэроионного состава воздуха производственных и общественных помещений являются:

- концентрация аэроионов (минимально допустимая и максимально допустимая) обеих полярностей  $\rho^+$ ,  $\rho^-$ , определяемая как количество аэроионов в 1 см<sup>3</sup> воздуха (ион/см<sup>3</sup>);

- коэффициент униполярности  $У$  (минимально допустимый и максимально допустимый), определяемый как отношение концентрации аэроионов положительной полярности к концентрации аэроионов отрицательной полярности.

В зонах дыхания персонала на рабочих местах, где имеются источники электростатических полей (видеодисплейные терминалы или другие виды оргтехники), допускается отсутствие аэроионов положительной полярности.

В частности, аэроионный состав воздуха контролируется при вводе в эксплуатацию рабочих мест в названных выше помещениях в плановом порядке (не реже раза в год), при аттестации рабочих мест и при вводе в эксплуатацию аэроионизирующего оборудования.

Значения нормируемых показателей концентрации аэроионов и коэффициента униполярности приведены в табл. 15. (согласно СанПиН 2.2.4.1294-03)

*Таблица 15 – Нормативы СанПиН 2.2.4.1294-03*

Нормируемые показатели	Концентрация аэроионов, $\rho$ (ион/см <sup>3</sup> )		Коэффициент униполярности $У$
	Положительной полярности	Отрицательной полярности	
Минимально допустимые	$\rho^+ \geq 400$	$\rho^- > 600$	$0,4 \leq У < 1,0$
Максимально допустимые	$\rho^+ < 50000$	$\rho^- \leq 50000$	

## Акустические факторы

С физиологической точки зрения шум рассматривают как звук, мешающий разговорной речи и негативно влияющий на здоровье человека.

Действие акустических шумов сопровождается сдвигами в состоянии сердечно-сосудистой системы. Установлено, что выраженность ухудшения таких показателей, как острота зрения, устойчивость ясного видения, контрастная чувствительность зависит как от интенсивности шума, так и от длительности его воздействия.

Шумы в рассматриваемом помещении возникают как от внутренних источников, так и от внешних раздражителей. К внутренним источникам мы относим стенды, находящиеся в данном помещении. Под воздействием шума вначале понижается острота и тонкость слуха; в дальнейшем при длительном действии шума развиваются патологические изменения в органе слуха. Выраженность ухудшения здоровья зависит от интенсивности и длительности воздействия. У операторов, работающих в условиях шумового воздействия, наблюдается нарушение сна, приводящее к снижению работоспособности.

Согласно ГОСТу - 12.1003.-83 ССБТ "Шум. Общие требования безопасности" эквивалентный уровень звука для персонала, осуществляющего эксплуатацию стенда не должен превышать 50 дБ в соответствии с СН 2.2.4/2.1.8.562-96; ГОСТ 12.1.003-83, СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03.

Для измерения шума применяют шумометры. Все измерения производят в соответствии с ГОСТом 12.1050-86 и ГОСТом 23941-79.

В соответствии с ГОСТом 12.1003-83 защита от шума, создаваемого на рабочих местах внутренними и внешними источниками, осуществляется уменьшением шума в источнике, применением средств коллективной (ГОСТ 12.1029-80) и индивидуальной (ГОСТ 12.4051-87) защиты. Для

рассматриваемого помещения мы можем предложить замену оборудования на более, современное, и более удобное его размещение.

### **Освещение на рабочем месте**

Освещение рабочего места – важнейший фактор создания нормальных условий труда. Согласно санитарно-гигиеническим требованиям рабочее место оператора должно освещаться как естественным, так искусственным освещением. Естественное освещение проникает в помещение через два окна в светлое время суток. Естественное освещение по своему спектральному составу является наиболее приемлемым. Искусственное же отличается относительной сложностью восприятия его зрительным органом человека.

Недостаточная освещенность рабочего места не только уменьшает остроту зрения, но и вызывает утомление организма в целом, что приводит к снижению производительности труда и увеличению опасности заболеваний человека. Помимо этого, дополнительное напряжение глаз создаётся принципом работы монитора, т.е., обычно глаз воспринимает отражение света от предметов, монитор же сам является источником света. К этому прибавим очень редкое моргание глаза, блики на экране.

При работе с персональным компьютером в сочетании с работой с нормативной и технической документацией согласно нормам СП 52.13330.2011 регламентируется максимальная искусственная освещенность рабочих мест в 400 лк при общем освещении (таблица 2 - помещение для работы с дисплеями и видеотерминалами, залы ЭВМ).

Аудитория, в которой проводились исследования, оснащена люминисцентными лампами. Люминесцентные лампы являются самыми распространёнными газоразрядными лампами, имеющие форму цилиндрической трубки.

Тщательный и регулярный уход за установками естественного и искусственного освещения имеет большое значение для создания

рациональных условий освещения, в частности, обеспечения требуемых величин освещённости без дополнительных затрат электроэнергии.

В установках с люминесцентными лампами необходимо следить за исправностью схем включения, своевременно нужно заменять перегоревшие лампы. Следует проверять уровень освещённости в контрольных точках производственного помещения не реже 1 раза в год.

### **Влияние электромагнитных полей**

Нормируемыми параметрами электромагнитных полей являются напряжённости  $E$  и  $H$ . Предельно допустимая напряжённость электромагнитного поля на рабочих местах не должна превышать в течение рабочего дня по электрической и магнитной составляющей нормативов ГОСТ 12.1.006-84, по продолжительности воздействия нормативов ГОСТ12.1.002-75, СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03:

- напряженность электростатического поля  $<15$  кВ/м
- напряженность переменного электрического поля  $f=2$  Гц-2 кГц -  $<25$ В/м;
- напряженность переменного электрического поля  $f=2$  кГц-400кГц -  $<2,5$ В/м;
- плотность потока переменного магнитного поля  $f=2$  Гц-2 кГц -  $<250$ нТл.;
- плотность потока переменного магнитного поля  $f=2$  кГц-400кГц -  $<25$ нТл.

Электроприборы являются источниками разнообразных излучений: мягкого рентгеновского, ультрафиолетового излучений; радиочастотного диапазона, сверх и инфранизкочастотного; электростатических полей.

Оценка фактических значений электромагнитных излучений, при невозможности проведения измерений, может быть приведена по паспорту

стенда, либо по данным о характеристиках рентгеновского излучения, генерируемого электроприборами и установками.

## **Эргономика**

Проектирование рабочих мест, снабженных видеотерминалами, относится к числу важных проблем эргономического проектирования в области вычислительной техники.

Рабочее место и взаимное расположение всех его элементов должно соответствовать антропометрическим, физическим и психологическим требованиям. Большое значение имеет также характер работы. В частности, при организации рабочего места программиста должны быть соблюдены следующие основные условия: оптимальное размещение оборудования, входящего в состав рабочего места и достаточное рабочее пространство, позволяющее осуществлять все необходимые движения и перемещения.

Эргономическими аспектами проектирования видеотерминальных рабочих мест, в частности, являются: высота рабочей поверхности, размеры пространства для ног, требования к расположению документов на рабочем месте (наличие и размеры подставки для документов, возможность различного размещения документов, расстояние от глаз пользователя до экрана, документа, клавиатуры и т.д.), характеристики рабочего кресла, требования к поверхности рабочего стола, регулируемость элементов рабочего места

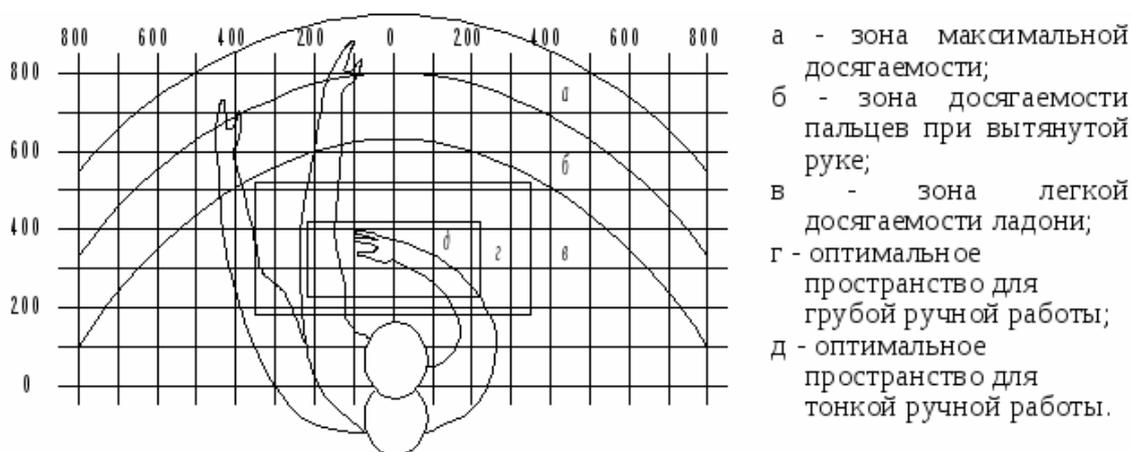
Главными элементами рабочего места программиста являются стол и кресло. Основным рабочим положением является положение сидя.

Рабочая поза сидя вызывает минимальное утомление программиста. Рациональная планировка рабочего места предусматривает четкий порядок и постоянство размещения предметов, средств труда и документации. То, что требуется для выполнения работ чаще, расположено в зоне легкой досягаемости рабочего пространства.

Моторное поле - пространство рабочего места, в котором могут осуществляться двигательные действия человека.

Максимальная зона досягаемости рук - это часть моторного поля рабочего места, ограниченного дугами, описываемыми максимально вытянутыми руками при движении их в плечевом суставе.

Оптимальная зона - часть моторного поля рабочего места, ограниченного дугами, описываемыми предплечьями при движении в локтевых суставах с опорой в точке локтя и с относительно неподвижным плечом.



*Рис. 13 - Оптимальное размещение предметов труда и документации в зонах досягаемости*

Монитор размещается на подставке в центре зоны **а**;

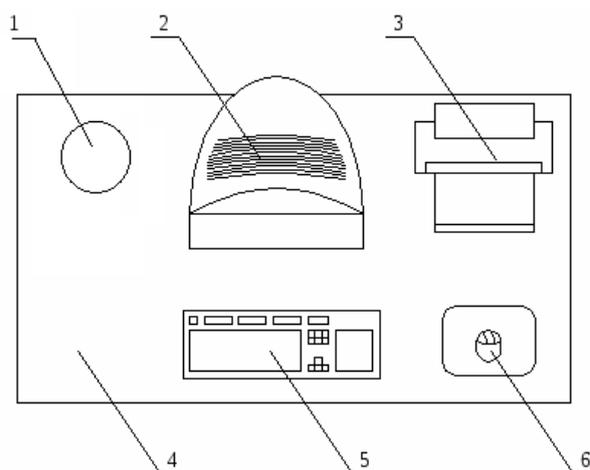
Системный блок компьютера размещается в предусмотренной нише стола;

Клавиатура размещается на столе в зоне **г/д**;

Мышь расположена на столе в зоне **в** справа от клавиатуры;

Подставка для карандашей находится в зоне, **а/б** (слева от монитора);

Принтер находится в зоне **а** (справа от монитора);



*Рис. 14 - Пример размещения основных и периферийных составляющих ПК на рабочем столе: 1 – подставка для карандашей, 2 – монитор, 3 – принтер, 4 – поверхность рабочего стола, 5 – клавиатура, 6 – мышь.*

Для комфортной работы стол должен удовлетворять следующим условиям:

- высота стола должна быть выбрана с учетом возможности сидеть свободно, в удобной позе, при необходимости опираясь на подлокотники;
- нижняя часть стола должна быть сконструирована так, чтобы программист мог удобно сидеть, не был вынужден поджимать ноги;
- поверхность стола должна обладать свойствами, исключающими появление бликов в поле зрения программиста;
- конструкция стола должна предусматривать наличие выдвижных ящиков (не менее 3 для хранения документации, листингов, канцелярских принадлежностей).
- высота рабочей поверхности рекомендуется в пределах 680-760мм. Высота поверхности, на которую устанавливается клавиатура, должна быть около 650мм.

Большое значение придается характеристикам рабочего кресла. Так, рекомендуемая высота сиденья над уровнем пола находится в пределах 420-

550мм. Поверхность сиденья мягкая, передний край закругленный, а угол наклона спинки - регулируемый.

Необходимо предусматривать при проектировании возможность различного размещения документов сбоку от видеотерминала, между монитором и клавиатурой и т.п. Кроме того, в случаях, когда видеотерминал имеет низкое качество изображения, например, заметны мелькания, расстояние от глаз до экрана делают больше (около 700мм), чем расстояние от глаза до документа (300-450мм). Вообще при высоком качестве изображения на видеотерминале расстояние от глаз пользователя до экрана, документа и клавиатуры может быть равным.

Положение экрана определяется:

Расстоянием считывания (0,6...0,7м); углом считывания, направлением взгляда на  $20^\circ$  ниже горизонтали к центру экрана, причем экран перпендикулярен этому направлению.

Должна также предусматриваться возможность регулирования экрана:

по высоте +3 см;

по наклону от  $-10^\circ$  до  $+20^\circ$  относительно вертикали;

в левом и правом направлениях.

Большое значение также придается правильной рабочей позе пользователя. При неудобной рабочей позе могут появиться боли в мышцах, суставах и сухожилиях. Требования к рабочей позе пользователя видеотерминала следующие:

голова не должна быть наклонена более чем на  $20^\circ$ ,

плечи должны быть расслаблены,

локти - под углом  $80^\circ \dots 100^\circ$ ,

предплечья и кисти рук - в горизонтальном положении.

Причина неправильной позы пользователей обусловлена следующими факторами: нет хорошей подставки для документов, клавиатура находится

слишком высоко, а документы - низко, некуда положить руки и кисти, недостаточно пространство для ног.

В целях преодоления указанных недостатков даются общие рекомендации: лучше передвижная клавиатура; должны быть предусмотрены специальные приспособления для регулирования высоты стола, клавиатуры и экрана, а также подставка для рук

Существенное значение для производительной и качественной работы на компьютере имеют размеры знаков, плотность их размещения, контраст и соотношение яркостей символов и фона экрана. Если расстояние от глаз оператора до экрана дисплея составляет 60...80 см, то высота знака должна быть не менее 3мм, оптимальное соотношение ширины и высоты знака составляет 3:4, а расстояние между знаками – 15...20% их высоты. Соотношение яркости фона экрана и символов - от 1:2 до 1:15

Во время пользования компьютером медики советуют устанавливать монитор на расстоянии 50-60 см от глаз. Специалисты также считают, что верхняя часть видеодисплея должна быть на уровне глаз или чуть ниже. Когда человек смотрит прямо перед собой, его глаза открываются шире, чем когда он смотрит вниз. За счет этого площадь обзора значительно увеличивается, вызывая обезвоживание глаз. К тому же если экран установлен высоко, а глаза широко открыты, нарушается функция моргания. Это значит, что глаза не закрываются полностью, не омываются слезной жидкостью, не получают достаточного увлажнения, что приводит к их быстрой утомляемости.

Создание благоприятных условий труда и правильное эстетическое оформление рабочих мест на производстве имеет большое значение как для облегчения труда, так и для повышения его привлекательности, положительно влияющей на производительность труда.

## Электробезопасность

Согласно Правил Устройств Электроустановок (ПУЭ) в отношении опасности поражения людей электрическим током помещение аудитории является помещением без повышенной опасности, т.к. это сухие, беспыльные помещения с нормальной температурой воздуха.

Электрические установки, представляют для человека потенциальную опасность, так как в процессе эксплуатации или проведения профилактических работ, человек может коснуться токоведущих частей.

По классу напряжения установки в лаборатории относятся к установкам до 1000 В, СанПиН 2.2.2.542-96.

Важным местом с точки зрения электробезопасности является изоляция проводов. Качества изоляции могут ухудшиться из-за высокой влажности воздуха, а в результате возникновения короткого замыкания может произойти ее пробой. Во избежание этого, следует регулярно проводить профилактические работы. В нашем случае, мы можем наблюдать такое понятие, как статическое электричество. Разрядные токи статического электричества, в основном, возникают при прикосновении к любому элементу оборудования. Для снижения зарядных величин статического электричества можно предложить изготовление полового покрытия из линолеумных материалов.

Основой организации безопасной эксплуатации электротехники является высокая техническая грамотность и сознательная дисциплина персонала, которые обязаны строго соблюдать организационные и технические мероприятия, а также приёмы и очередность выполнения эксплуатационных операций в соответствии НТД: Организационные мероприятия по обеспечению электробезопасности (в соответствии с МПОТ):

- проведение инструктажа;
- ведение журнала по ТБ;

Технические мероприятия по обеспечению электробезопасности (в соответствии с ПУЭ):

- защитное заземление;
- электрическое разделение сети;
- устройство защитного отключения.
- зануление.

К работе допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности при работе с оборудованием.

Ответственным за электробезопасность при работе является руководитель, который во избежание несчастных случаев должен обеспечить пользователям безопасные условия работы, а также обязан проводить инструктаж по технике безопасности. Помимо выше перечисленного состояние здоровья руководителя устанавливается медицинским освидетельствованием при принятии на работу, а затем периодически один раз в 2 года.

### **Пожарная и взрывная безопасность**

Помещения и здания по пожаровзрывной и пожарной опасности классифицируются на категории А, Б, В, Г и Д. Помещение лаборатории относится к категории В - пожароопасное, т.е. помещения, в которых горючие и трудно горючие вещества и материалы способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть.

Согласно ПУЭ классом зоны пожароопасности этих помещений является П -Па, т.е. это зона, расположенная в помещениях, в которых обращаются твёрдые горючие вещества.

Степень защиты электрооборудования:

стационарное IP44,

передвижное IP54,

светильник IP20.

Мероприятия противопожарной профилактики:

- 1) Хранить информацию желательно в обособленных помещениях, оборудованных несгораемыми шкафами и стеллажами.
- 2) В помещениях, смежных с аудиторией для электроприборов, не желательно размещение помещений категории «А» и «В».
- 3) Система вентиляции должны быть оборудована устройством, обеспечивающим автоматическое отключение при пожаре.
- 4) Подачу воздуха к электрооборудованию, для охлаждения, необходимо предусматривать.
- 5) Система электропитания оборудования должна иметь блокировку, обеспечивающую отключение в случае неисправности.
- 6) Работы по ремонту узлов оборудования должны производиться в отдельных помещениях.
- 7) Необходимо производить очистку от пыли всех аппаратов и узлов электрооборудования (желательно раз в месяц).
- 8) В помещении лаборатории должна предусматриваться автоматическая пожарная сигнализация, также необходимо устанавливать реле реагирующее на дым.

Средства пожаротушения подразделяются на:

- организационные (вынужденная эвакуация людей при пожаре);
- эксплуатационные (вода, водо-химические растворы, огнетушащие пены, инертные газы, ингибиторы и флегматизаторы и т.д.);
- режимные (системы автоматической сигнализации и автоматического пожаротушения, противодымовая защита).

Для обеспечения пожаробезопасности аудитории имеются два углекислотных огнетушителя типа ОУ-5 (согласно ГОСТ 12.1.004-88 ССБТ). Установлена система автоматической пожарной сигнализации (реагирует на появление дыма, кроме того она формирует сигнал на включение системы аварийной вентиляции дымоудаления, других устройств). В коридоре установлен пожарный кран.

Во избежание пожаров необходимо периодически производить инструктаж с пользователями по пожаробезопасности, недопустимо приносить и хранить в комнатах взрывопожароопасные вещества и материалы. При обнаружении пожара, необходимо:

- вызвать пожарную охрану по «01»;
- обеспечить вынужденную эвакуацию всех людей;
- до прибытия команды ПО принять все необходимые меры по тушению пожара.

### **Охрана окружающей среды**

Охрана окружающей среды – это комплексная проблема и наиболее активная форма её решения – это сокращение вредных выбросов промышленных предприятий через полный переход к безотходным или малоотходным технологиям производства. Охрану природы можно представить, как комплекс государственных, международных и общественных мероприятий, направленных на рациональное использование природы, восстановление, улучшение и охрану природных ресурсов. Технический прогресс постоянно увеличивает возможности воздействия на окружающую среду и создает предпосылки для возникновения экологических кризисов. Поэтому в настоящее время вопросы охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов имеют первостепенное значение.

Проблему с выбросом перегоревших люминесцентных ламп можно частично решить при выполнении требований утилизации соответствующих ламп.

При написании дипломного проекта вредных выбросов в атмосферу, почву и водные источники не производилось, радиационного заражения не произошло, чрезвычайные ситуации не наблюдались, поэтому существенных воздействий на окружающую среду и соответственно вреда природе не оказывалось.

## Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Защита населения – главная задача гражданской обороны. Она представляет собой комплекс мероприятий, имеющих цель не допустить поражение людей ядерным, химическим и бактериологическим оружием или максимально ослабить степень их воздействия, а также предотвратить последствия стихийных бедствий, аварий, катастроф.

Из-за многообразия поражающих факторов можно выделить лишь наиболее общие мероприятия, направленные на обеспечение безопасности жизнедеятельности населения в ЧС:

1) Непрерывное наблюдение и лабораторный контроль за радиоактивным, химическим и биологическим заражением объектов внешней среды, наблюдение за опасными природными явлениями, прогнозирование обстановки в зонах экологического бедствия.

2) Оповещение населения об угрозе нападения противника, радиоактивного заражения, катастрофического затопления, о химическом или биологическом заражении.

3) Применение средств индивидуальной защиты и медицинских средств защиты.

4) Применение режимов защиты людей на зараженной территории.

5) Эвакуация населения.

6) Проведение специальных профилактических и санитарно-гигиенических мероприятий, направленных на предотвращение массовых инфекционных заболеваний.

7) Обучение населения способам защиты в очагах поражения.

8) Принятие мер по недопущению употребления населением зараженных продовольствия и воды.

9) Ликвидация заражения в очаге поражения.

Основные способы защиты населения

1. Укрытие населения в защитных сооружениях.
2. Эвакуация населения.
3. Рассредоточение.
4. Обеспечение всего населения СИЗ.

Укрытие в защитных сооружениях обеспечивает различную степень защиты от поражающих факторов ядерного, химического и биологического оружия. Этот способ обеспечивает надежную защиту и вместе с тем практически исключает в период укрытия производственную деятельность объектов.

Этот способ применяется при непосредственной угрозе применения оружия массового поражения и при внезапном нападении противника

Эвакуация населения – комплекс мероприятий по организованному выводу и вывозу всеми видами имеющегося транспорта из городов и размещение его в загородной зоне.

Рассредоточение – комплекс мероприятий по организованному вывозу (выводу) из городов и размещение в загородной зоне для проживания и отдыха рабочих и служащих объектов экономики, продолжающих свою деятельность в особых условиях.

Рассредоточение и эвакуация людей планируются и проводятся по производственно-территориальному принципу, т.е. по объектам и по месту жительства. Предусматривается комбинированный способ эвакуации, обеспечивающий ее проведение в сжатые сроки. При этом используются все виды имеющегося транспорта, независимо от форм собственности.

В первую очередь вывозятся медицинские учреждения; лица, которые не могут передвигаться пешком, а также рабочие и служащие свободных смен предприятий, продолжающих свою деятельность в чрезвычайных ситуациях. Все остальные выводятся пешком.

## **Заключение**

Проведённые исследования показали, что разработанная система подвески МК на двух качающихся амортизационных стойках не способна выполнять свои функции, так как система не обладает необходимой устойчивостью и жесткостью.

Поскольку результатом разработки и исследования стала схема подвески МК, которая не будет работать, то очевидно, что и прибыли от внедрения не будет. Однако отрицательный результат – тоже результат, так как исследования показали бесперспективность работы над данной схемой подвески МК, что можно считать прибылью в виде экономии времени и средств на дальнейшую разработку КД.

Исследования не оказали влияния на окружающую среду, так как отходов исследований нет, а негативные факторы минимизированы или заблокированы организованными действиями работодателя.

### Список публикаций студента

Современные проблемы теории машин. Новое в конструкции подвески: Материалы III международной заочной научно-практической конференции / НОЦ «МС». – Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2015. – №3. – 302 с.

## Список использованных источников

1. Википедия [Электронный ресурс] свободная энциклопедия-Электронные текстовые данные – свободный режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Законы\\_развития\\_технических\\_систем](https://ru.wikipedia.org/wiki/Законы_развития_технических_систем)
2. Добромиров В.Н., Острцов А.В. Конструкции амортизаторов. Учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Автомобиле- и тракторостроение". - М.: МГТУ "МАМИ", 2007. - 47 с.
3. Саламатов, И.С. Аналитическое определение коэффициента жесткости шины [Электронный ресурс] / И.С. Саламатов, В.Б. Проскуряков. — Электрон. текстовые дан. (1 файл : 107 Кб). // Материалы...24 - 29 ноября 2003г. [Электронный ресурс] / Санкт-Петербургский государственный политехнический университет. Межвузовская научно-техническая конференция, Неделя науки ; 2003; Совет СПбГПУ по научно-исследовательской работе студентов; Под общ. ред. В.В. Глухова. – Санкт-Петербург, 2004. – Электромеханический факультет, энергомашиностроительный факультет, институт ядерной энергетики (Секция "Наземные и космические транспортные системы").— Электрон. версия печ. публикации. — Свободный доступ из сети Интернет. — [:http://dl.unilib.neva.ru/dl/004190.pdf](http://dl.unilib.neva.ru/dl/004190.pdf)
4. Скутер Дайджест [Электронный ресурс] журнал о скутерах и людях-Электронный журнал-3.7.2011-режим доступа к журналу: <http://www.scooterdigest.ru>.
5. Новатор [Электронный ресурс] Дизайн интерьера, промышленный дизайн, графический дизайн и другие дизайнерские решения-Электронные текстовые данные-режим доступа: <http://www.novate.ru/blogs/210112/19894/>
6. Экставатор.ру [Электронный ресурс] Торговая система спецтехники-Электронные текстовые данные-режим доступа: <http://exkavator.ru/articles/customer/~id=8342>
7. С. А. Чернавский «Курсовое проектирование деталей машин», 2-е издание переработанное и дополненное : Машиностроение, 1988, 416 с.

8. В. И. Анурьев «Справочник конструктора машиностроителя в 3 т». – 8 издание переработанное и дополненное: под редакцией И. Н. Жестковой, Машиностроение, 2001.- 920 с.
9. А. Ф. Крайнев – «Идеология конструирования» : Машиностроение, 2003. - 384 с.
10. Й. Раймпель «Шасси автомобиля». / Сокр. пер. 1 тома4 нем. изд. В. П. Агапова; Под ред. И. Н. Зверева: Машиностроение, 1983. – 356 с.
11. Й. Раймпель «Шасси автомобиля. Элементы подвески». / Пер. с нем. А. Л. Карпухина; Под ред. Г. Г. Гридасова: Машиностроение, 1987. – 288 с.
12. Й. Раймпель «Шасси автомобиля. Амортизаторы, шины и колёса». / Пер. с нем. В. П. Агапова; Под ред. О. Д. Златовратского: Машиностроение, 1986. – 320 с.
13. Артоболевский И. И. Теория механизмов и машин: Учебник для вузов. -4-е изд., *переработанное и дополненное*. -М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1988. -640 с.
14. Левитский Н. И. Курс теории механизмов и машин: Учеб. пособие для мех. спец. вузов. —2-е изд., *переработанное и дополненное*. — М.: Высш. шк., 1985. —279 с
15. Suidobashi Heavy Industry [Электронный ресурс] Сайт разработчика боевого робота KURATAS - Электронные текстовые данные-режим доступа: <http://suidobashijuko.jp>
16. В.Ю. Конопский «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» магистерских диссертаций для всех специальностей ИК: Методические указания к выполнению раздела. – Томск: Издательство ТПУ, 2015 – 27с.

## Приложение А

### Код программы математического моделирования в Pascal ABC

```
program podveska;
uses GraphABC;
var
  x11, x10, x21, x20, c1, c2, alf1, alf2, m1, m2, v10, v11, v2,
  v20, v21, dt, t, t0, xx, vv, A, AA, B, BB: double;
  k1, k2, k3, k4, kk1, kk2, kk3, kk4, g1, g2, g3, g4, gg1, gg2, gg3, gg4:
double;
  x1max, v1max, x1min, v1min, x2max, v2max, x2min, v2min: double;
  k, xn, yn, xxn, yyn, dx, dy, ax, bx: integer;
  i, ii: longint;
  tx, ty: byte;
  s: String;
function f1(x21, v21: double): double;
begin
  f1:=(c2*(xx-x21)+alf2*(vv-v21)-c1*(x11-x21)*2-alf1*(v11-v21)*2)/m2; {dv/dt}
end;{f1}
function f2(v21: double): double;
begin
  f2 := v21; {dx/dt}
end;{f2}
function f3(x11, v11: double): double;
begin
  f3 := (c1 * (x21 - x11) + alf1 * (v21 - v11)) / m1; {dv/dt}
end;{f1}

function f4(v11: double): double;
begin
  f4 := v11; {dx/dt}
end;{f2}
begin
  SetWindowSize(900, 800);
  SetWindowCaption('Поведение колеса и подвески автомобиля');
  Font.Name := 'Times New Roman';
  Font.Style := fsItalic;
  Font.Size := 10;
  Font.Color := clBlack;
  xn := 50;
```

```

yn := 200;
dx := 75;
dy := 25;
tx := 2 * TextWidth('M');
ty := TextHeight('M');
for i := -5 to 5 do
  for k := 0 to 11 do
    begin
      ax := xn + dx * k; bx := yn - dy * i;
      DrawRectangle(xn, yn, ax, bx);
      if k = 8 then begin
        case i of
          -1: s := '-1';
          -2: s := '-2';
          -3: s := '-3';
          -4: s := '-4';
          -5: s := 'x, m/c';
          0: s := '0';
          1: s := '1';
          2: s := '2';
          3: s := '3';
          4: s := '4';
          5: s := 'x, m/c';
        end; //case
        TextOut(xn - ty - 20, yn - ty - dy * i + 10, s);
      end;
    end;
  if i = 5 then begin
    case k of
      0: s := '';
      1: s := '1';
      2: s := '2';
      3: s := '3';
      4: s := '4';
      5: s := '5';
      6: s := '6';
      7: s := '7';
      8: s := '8';
      9: s := '9';
      10: s := '10';
      11: s := 't, c';
    end; //case
  end;
end;

```

```

    TextOut(xn - ty + dx * k, yn + 2, s);
end;
end;
xxn := 50;
yyn := 650;
dx := 75;
dy := 25;
tx := 2 * TextWidth('M');
ty := TextHeight('M');
for i := -5 to 5 do
    for k := 0 to 11 do
        begin
            ax := xxn + dx * k; bx := yyn - dy * i;
            DrawRectangle(xxn, yyn, ax, bx);
            if k = 8 then begin
                case i of
                    -1: s := '-0.1';
                    -2: s := '-0.2';
                    -3: s := '-0.3';
                    -4: s := '-0.4';
                    -5: s := 'x, M';
                    0: s := '0';
                    1: s := '0.1';
                    2: s := '0.2';
                    3: s := '0.3';
                    4: s := '0.4';
                    5: s := 'x, M';
                end; //case
                TextOut(xxn - ty - 20, yyn - ty - dy * i + 10, s);
            end;
            if i = 5 then begin
                case k of
                    0: s := '';
                    1: s := '1';
                    2: s := '2';
                    3: s := '3';
                    4: s := '4';
                    5: s := '5';
                    6: s := '6';
                    7: s := '7';
                    8: s := '8';
                end;
            end;
        end;
    end;
end;

```

```

    9: s := '9';
    10: s := '10';
    11: s := 't, c';
end; //case
TextOut(xxn - ty + dx * k, yyn + 2, s);
end;
end;
{Data}
m1 := 5000 ; m2 := 250; // Массы колеса и корпуса в Ньютонах
c1 := 80000 ; c2 := 276000;
alf1 := 0.3 ; alf2 := 0.7;
x20 := 0 ; v20 := 0 ; x10 := 0 ; v10 := 0;
dt := 0.0001 ; ii := 10000 ; t0 := dt * ii;
B := 0.25 ; A := 1; AA := 1; BB := 1;
{End Data}
for i := 0 to ii do
begin
    xx := A * sin(B * dt * i - 0.2) + AA * cos(BB * dt * i + 0.3);
    vv := A * B * cos(B * dt * i - 0.2) - AA * BB * sin(BB * dt * i + 0.3);

    k1 := dt * f1(x20, v20);
    k2 := dt * f1(x20 + k1 / 2, v20 + g1 / 2);
    k3 := dt * f1(x20 + k2 / 2, v20 + g2 / 2);
    k4 := dt * f1(x20 + k3, v20 + g3);
    g1 := dt * f2(v20);
    g2 := dt * f2(v20 + g1 / 2);
    g3 := dt * f2(v20 + g2 / 2);
    g4 := dt * f2(v20 + g3);
    v21 := v20 + (k1 + 2 * k2 + 2 * k3 + k4) / 6; {v}
    x21 := x20 + (g1 + 2 * g2 + 2 * g3 + g4) / 6; {x}
    x20 := x21;
    v20 := v21;

    kk1 := dt * f3(x10, v10);
    kk2 := dt * f3(x10 + kk1 / 2, v10 + gg1 / 2);
    kk3 := dt * f3(x10 + kk2 / 2, v10 + gg2 / 2);
    kk4 := dt * f3(x10 + kk3, v10 + gg3);
    gg1 := dt * f4(v10);
    gg2 := dt * f4(v10 + gg1 / 2);
    gg3 := dt * f4(v10 + gg2 / 2);
    gg4 := dt * f4(v10 + gg3);

```

```

v11 := v10 + (kk1 + 2 * kk2 + 2 * kk3 + kk4) / 6; {v}
x11 := x10 + (gg1 + 2 * gg2 + 2 * gg3 + gg4) / 6; {x}
x10 := x11;
v10 := v11;

t := t + dt;

if x1max < x10 then x1max := x10;
if v1max < v10 then v1max := v10;
if x1min > x10 then x1min := x10;
if v1min > v10 then v1min := v10;
if x2max < x20 then x2max := x20;
if v2max < v20 then v2max := v20;
if x2min > x20 then x2min := x20;
if v2min > v20 then v2min := v20;
SetPenWidth(2);
{View}
PutPixel(xxn+trunc(11*dx*i/ii), yyn+trunc(10000*dy*x21/ii), clblue);
PutPixel(xn+trunc(11*dx*i/ii), yn+trunc(1000*dy*v21/ii), clgreen);
putPixel(xxn+trunc(11*dx*i/ii), yyn+trunc(10000*dy*x11/ii), clblack);
putPixel(xn+trunc(11*dx*i/ii), yn+trunc(1000*dy*v11/ii), clred);
{End View}
end;
Font.Size := 14;
Font.Color := clgreen;
TextOut(xxn+3*dx+2*tx-300, yyn-5*dy-4*ty-80, '1. Вертикальная скорость
колеса V');
Font.Color := clblue;
TextOut(xxn+3*dx+2*tx-300, yyn-5*dy-3*ty-70, '3. Вертикальное перемещение
колеса X');
Font.Color := clred;
TextOut(xxn+3*dx+2*tx+50, yyn-5*dy-4*ty-80, '2. Вертикальная скорость
корпуса V');
Font.Color := clblack;
TextOut(xxn+3*dx+2*tx+50, yyn-5*dy-3*ty-70, '4. Вертикальное перемещение
корпуса X');
Font.Name := 'Times New Roman';
Font.Style := fsBold;
Font.Size := 12;

Font.Color := clred;

```

```

s := FloatToStr(v1min / 10 * -1);
S := copy(s, 1, 4);
TextOut(xn, yn - 5 * dy - 4 * ty + 40, '2. Vmax=' + s + 'm/c');
s := FloatToStr(v1max / 10 * -1);
S := copy(s, 1, 4);
TextOut(xn + dx + 2 * tx, yn - 5 * dy - 4 * ty + 40, 'Vmin=' + s + 'm/c');

Font.Color := clblack;
s := FloatToStr(x1min / 10 * -1);
S := copy(s, 1, 4);
TextOut(xn, yn - 5 * dy - 3 * ty + 460, '4. Xmax=' + s + 'm');

s := FloatToStr(x1max / 10 * -1);
S := copy(s, 1, 4);
TextOut(xn + dx + 2 * tx, yn - 5 * dy - 3 * ty + 460, 'Xmin=' + s + 'm');

Font.Color := clgreen;
s := FloatToStr(v2min / 10 * -1);
S := copy(s, 1, 4);
TextOut(xn, yn - 5 * dy - 4 * ty + 15, '1. Vmax=' + s + 'm/c');

s := FloatToStr(v2max / 10 * -1);
S := copy(s, 1, 4);
TextOut(xn + dx + 2 * tx, yn - 5 * dy - 4 * ty + 15, 'Vmin=' + s + 'm/c');

Font.Color := clblue;
s := FloatToStr(x2min / 10 * -1);
S := copy(s, 1, 4);
TextOut(xn, yn - 5 * dy - 3 * ty + 435, '3. Xmax=' + s + 'm');

s := FloatToStr(x2max / 10 * -1);
S := copy(s, 1, 4);
TextOut(xn + dx + 2 * tx, yn - 5 * dy - 3 * ty + 435, 'Xmin=' + s + 'm');

end.

```

## **Приложение Б**

Раздел «Обзор литературы» на английском языке.

The section "Review of the Literature," in English.

Under transformers - chassis understood single wheel motor (WM) capable move relative to the cabin independently from each other wheel motor, while maintaining full functionality.

Similar solutions are already used in products. The following is the most appropriate for this topic transformable vehicle with wheels separately applied.

### **Concept scooter Peugeot XB1**

Peugeot XB1 (picture 3) is a fully electric vehicle for short journeys.

XB1 accelerates to 35 km / h, and when driving on the sidewalk - up to 15 km / h. To move at a speed of 35 km / h scooter is equipped with suspension in the leading wheels (picture 4). [2]

Judging by the illustration suspension consists of 2 absorbers axes are brought to a point and a vertical guiding which starts at the point of intersection of the axes of the shock absorbers.

### **Citycar Hiriko**

Hiriko Citycar EV - a car for city trips (picture 5). Maximum speed - 110 kilometers per hour.

Electric Hiriko Citycar EV can be compared with a children's folding baby carriage that at operation has some size, and during storage - other! So this machine can essentially "archived" in the parking lot. Thus it becomes smaller in length but larger in height (picture 6). [3]

The first "transformer" whose creators have tried to make a reality of a major advantage WM - freedom. If there is no rigid connection between the bridges, so the body can be segmented and the segments move relative to each

other, having, in this case, a substantial change of the projection in the main area plane.

### **Excavator SX of company Kaiser**

The company has created a Kaiser shovel excavators S1 and S2 with the original undercarriage walking type. These machines are designed for mechanization of excavation, loading and unloading in confined spaces, as well as logging areas. Overcoming various obstacles in a hilly area, in the marshes, rivers, with timber cutting, these machines carry out the work, on which construction shovel excavators conventional design cannot be used.

Excavators have all wheel drive. The drive mechanism of movement - from the motors and two-stage planetary gearbox with a friction brake, estates in an oil bath. The speed of the car - up to 7 km / h, change rate of the speed - stepless.

Increased stability and reliable operation of the excavator is achieved the possibility of wide arrange of support (picture 7). [4]

This is the most important instance of revealing more fully the main benefit of WM. In the construction of this important concept excavator used "independent wheel", and due to this is achieved simply not probable passability, mobility and sustainability. WM fixed rigidly, without any suspension (picture 8) is due to the fact that when using a hydraulic difficult to accelerate speed when required amortization and that those irregularities of road nevertheless meet tire perfectly copes increased thickness.

### **Review summary**

All examples show what can be the implementation of WM unusual concept, but the movement in the direction of the concept of "independent wheel" which is already the next step, some "squeezed" not fully implemented. This statement does not apply to excavators at number three, where engineers have made implementing

the independent wheel fully, but unfortunately at this transport not have suspension at all.

In the first example of transport of an important idea you can take the design of suspension, but rather an opportunity for its development. For example, the intersection point can be placed on the axes of the shock absorbers movable relative to the housing, the lever so that if you move the housing relative to the wheel suspension will always perpendicular reference surface. Also important is the idea of WM device and suspension on individual arms relative to the carrier body, although immobile.

In the second example of transport elements of the suspension are not in WM, and onto the support arm how in the traditional independent suspension, difference is the replacement of rotary fist to the drive performing the same functions.

The third example illustrates the use of independent WM to obtain transport on the wheel-striding move through the addition of one more of the support arm. It will be interesting for the various special equipment from which you want to travel on the roads and difficult terrain. This technique can get to any point on the map, moving on roads on wheels and on difficult terrain in the form of a spider walking, using the wheels as a human foot.

Student:

<b>Group</b>	<b>Full name</b>	<b>Signature</b>	<b>Date</b>
8НМ41	Якимов Александр Юрьевич		

Consultant – linguist department of ИЯИК:

<b>Position</b>	<b>Full name</b>	<b>Scientific degree</b>	<b>Signature</b>	<b>Date</b>
Доцент	Диденко Анастасия Владимировна			