

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки – 15.03.06 Мехатроника и робототехника
 Отделение школы (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка мобильного робота для обезвешивания элементов космических аппаратов УДК 621.865.8-182.3:621.782

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8E62	Ельцов Алексей Сергеевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Филипас Александр Александрович	К.Т.Н., доцент		

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОАР ИШИТР	Беляев Александр Сергеевич			

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Конотопский Владимир Юрьевич	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООД ШБИП	Матвиенко Владимир Владиславович			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Мамонова Татьяна Егоровна	К.Т.Н.		

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P1	Применять глубокие естественно-научные, математические знания в области анализа, синтеза и проектирования для решения научных и инженерных задач производства и эксплуатации мехатронных и робототехнических устройств и систем, в том числе их систем управления
P2	Воспринимать, обрабатывать, анализировать и обобщать научно-техническую информацию, передовой отечественный и зарубежный опыт в области теории, проектирования, производства и эксплуатации мехатронных и робототехнических устройств и систем, принимать участие в командах по разработке и эксплуатации таких устройств и систем
P3	Применять полученные знания для решения инженерных задач при разработке, производстве и эксплуатации современных мехатронных и робототехнических устройств и систем (в том числе интеллектуальных) с использованием технологий мирового уровня, современных инструментальных и программных средств
P4	Определять, систематизировать и получать необходимую информацию в области проектирования, производства, исследований и эксплуатации мехатронных и робототехнических модулей, устройств и систем
P5	Планировать и проводить аналитические, имитационные и экспериментальные исследования для целей проектирования, производства и эксплуатации мехатронных и робототехнических средств и систем с использованием передового отечественного и зарубежного опыта, уметь критически оценивать полученные теоретические и экспериментальные данные и делать выводы
<i>Универсальные компетенции</i>	
P6	Интегрировать знания в области анализа, проектирования, производства и эксплуатации мехатронных и робототехнических устройств и систем со знаниями из смежных областей
P7	Понимать используемые современные методы, алгоритмы, модели и технические решения в мехатронике и робототехнике и знать области их применения, в том числе в автоматизированных производствах.
P8	Эффективно работать в профессиональной деятельности индивидуально и в качестве члена команды
P9	Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональной среде с пониманием культурных, языковых и социально-экономических различий
P10	Проявлять широкую эрудицию, в том числе знание и понимание современных общественных и политических проблем, демонстрировать понимание вопросов безопасности и охраны здоровья сотрудников, юридических аспектов, ответственности за инженерную деятельность, влияния инженерных решений на социальный контекст и окружающую среду.
P11	Следовать кодексу профессиональной этики и ответственности и международным нормам инженерной деятельности
P12	Понимать необходимость и уметь самостоятельно учиться и повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки – 15.03.06 Мехатроника и робототехника
 Отделение школы (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники
 Уровень образования – бакалавриат
 Период выполнения – осенний/весенний семестр 2019/2020 учебного года

Форма представления работы:

Бакалаврская работа

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	15.05.2020
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
25.04.2020	Основная часть	60
04.05.2020	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	20
13.05.2020	Социальная ответственность	20

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Филипас Александр Александрович	к.т.н., доцент		

Консультант (при наличии)

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОАР ИШИТР	Беляев Александр Сергеевич			

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Мамонова Татьяна Егоровна	к.т.н.		

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки – 15.03.06 Мехатроника и робототехника
 Отделение школы (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП

 (Подпись) _____ Мамонова Т.Е.
 (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
8Е62	Ельцов Алексей Сергеевич

Тема работы:

Разработка мобильного робота для обезвешивания элементов космических аппаратов	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	02.03.2020, 62-14/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	15.05.2020
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Разработка должна быть использована на абсолютно ровной поверхности</p> <p>Мобильная платформа должна обладать грузоподъемностью 40 кг и максимальной скоростью 1 м/с и ускорением 1 м/с²</p>
---	---

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) Аналитический обзор аналогов 2) Выбор основных элементов 3) Проектирование мобильной платформы и устройства обезвешивания 4) Разработка алгоритма работы
<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Чертежи компонентов мобильной платформы</p>

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Конотопский Владимир Юрьевич, доцент ОСГН ШБИП, к.э.н.
Социальная ответственность	Матвиенко Владимир Владиславович, ассистент ООД ШБИП

Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:

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

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОАР ИШИТР	Беляев Александр Сергеевич			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Е62	Ельцов Алексей Сергеевич		

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

Студенту:

Группа 8E62	ФИО Ельцову Алексею Сергеевичу
-----------------------	--

Школа Уровень образования	ИШИТР Бакалавриат	Отделение школы (НОЦ) Направление/специальность	ОАР 15.03.06 Мехатроника и робототехника
-------------------------------------	-----------------------------	---	--

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Использовать действующие ценники и договорные цены на потребленные материальные и информационные ресурсы, а также указанную в МУ величину тарифа на эл. энергию</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	—
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Действующие ставки единого социального налога и НДС (см. МУ, ставка дисконтирования $i=0.1$)</i>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	<i>Оценка готовности полученного результата к выводу на целевые рынки, краткая характеристика этих рынков</i>
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	<i>Построение плана-графика выполнения ВКР, составление соответствующей сметы затрат, расчет величины НДС и цены результата ВКР</i>
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	<i>Качественная и количественная характеристика экономического и др. видов эффекта от внедрения результата, определение эффективности внедрения</i>

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

<ol style="list-style-type: none"> 1. Оценка конкурентоспособности технических решений 2. Матрица SWOT 3. Альтернативы проведения НИ 4. График проведения и бюджет НИ - <u>выполнить</u> 5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ - <u>выполнить</u>

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Конотопский Владимир Юрьевич	к. э. н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа 8E62	ФИО Ельцов Алексей Сергеевич	Подпись	Дата
-----------------------	--	----------------	-------------

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
8Е62	Ельцову Алексею Сергеевичу

Школа	ИШИТР	Отделение (НОЦ)	ОАР
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.06 Мехатроника и робототехника

Тема ВКР:

Разработка мобильного робота для обезвешивания элементов космических аппаратов	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объектом исследования является прибор для обезвешивания элементов космических аппаратов. Рабочая зона – 101 аудитория корпуса №10 ТПУ.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<p>Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 05.02.2018). Требования к организации оборудования рабочих мест с ПК регулируется СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования. ГОСТ 22614-77. Система «человек-машина». Выключатели и переключатели клавишные и кнопочные. Общие эргономические требования ГОСТ 23000-78. Система «человек-машина». Пульты управления. Общие эргономические требования. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы.</p>
<p>2. Производственная безопасность:</p> <p>2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия</p>	<p>Микроклимат Уровень шума Освещенность Повышенная напряженность электростатического поля Электробезопасность Перенапряжение анализаторов</p>
<p>3. Экологическая безопасность:</p>	<p>– Выброс в атмосферу вредных веществ при производстве.</p>

4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	– Пожар, взрыв. – Пожар.
--	-----------------------------

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООД ШБИП	Матвиенко Владимир Владиславович			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Е62	Ельцов Алексей Сергеевич		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 77 страниц, 29 рисунков, 20 таблиц, список используемых источников содержит 31 наименование и приложение на 16 листах.

Ключевые слова: система обезвешивания, мобильная платформа, устройство обезвешивания, солнечная панель, космический аппарат.

Цель работы – разработка системы обезвешивания элементов космического аппарата, с применением мобильной платформы.

В процессе выполнения работы был проведен анализ имеющихся систем обезвешивания, была разработана голономная мобильная платформа и 2 устройства обезвешивания, а также проведен расчет и подбор компонентов. Проектирование мобильной платформы и устройств обезвешивания реализовано в среде Autodesk Inventor.

Содержание

Введение.....	13
1 Литературный обзор систем обезвешивания	15
1.1 Обзор систем обезвешивания	15
1.1.1 Пассивные системы обезвешивания	15
1.1.2 Активные системы обезвешивания.....	16
1.2 Обзор имеющихся систем обезвешивания.....	17
1.3 Описание предлагаемого решения	18
2 Разработка мобильного робота для обезвешивания элементов космических аппаратов.....	18
2.1 Проектирование мобильной платформы	18
2.2 Проектирование и разработка устройства обезвешивания на основе обратного маятника.....	18
2.3 Проектирование и разработка устройства обезвешивания на основе грубого датчика положения точки приложения силы.....	18
2.3.1 Проектирование системы подъема грубого датчика положения.....	18
2.3.2 Проектирование грубого датчика положения.....	18
3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение...	19
3.1 Организация и планирование работ	19
3.2 Продолжительность этапов работы	20
3.3 Расчет сметы затрат на выполнение проекта	26
3.3.1 Расчет затрат на материалы	26
3.3.2 Расчет заработной платы.....	27
3.3.3 Расчет затрат на социальный налог.....	29
3.3.4 Расчет затрат на электроэнергию	29

3.3.5 Расчет амортизационных расходов	30
3.3.6 Расчет прочих расходов.....	31
3.4 Расчет общей себестоимости разработки	31
3.5 Расчет НДС	32
3.6 Цена разработки НИР	32
3.7 Расчет экономической эффективности проекта.....	32
3.8 Вывод по финансовому менеджменту, ресурсоэффективности и ресурсосбережению	34
4 Социальная ответственность	36
4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	36
4.2 Производственная безопасность.....	38
4.2.1 Отклонение показателей микроклимата	39
4.2.2 Превышение уровня шума	40
4.2.3 Недостаточная освещенность рабочей зоны	41
4.2.4 Повышенная напряженность электростатического поля.....	43
4.2.5 Электробезопасность	43
4.2.6 Перенапряжение анализаторов	44
4.2.7 Действие силы тяжести в тех случаях, когда оно может вызвать падение твердых объектов на работающего	44
4.3 Экологическая безопасность.....	45
4.4 Безопасность в ЧС	45
4.5 Вывод по социальной ответственности	47
Заключение	47
Conclusion.....	47
Список используемых источников.....	48

Приложение А (Обязательное) Конструкторская документация для мобильной платформы.....	53
Приложение Б (Обязательное) Код микроконтроллера для обработки данных с тензодатчика для устройства обезвешивания второго типа	53
Приложение В (Обязательное) Код микроконтроллера для обработки данных с устройства обезвешивания второго типа	53

Введение

В настоящее время активно ведутся разработки в области освоения космоса. Особенно важную часть занимает тестирование работоспособности различных систем на земле. Подобные мероприятия проводятся с целью выявления ошибок в процессе проектирования и сборки.

Перед запуском любой ракеты проводится множество тестов и проверок различных систем. Так как выявление ошибки после запуска может привести к отказу жизненно важных систем. А также, необходимость этих проверок обусловлено дороговизной запуска ракеты. По данным на 2019 год запуск одной ракеты обходится в 90 млн долл. [1].

Система энергоснабжения и генерации энергии является одной из наиболее важных частей любого космического аппарата. По мере освоения новых задач требуемая мощность установки постоянно растет. Первый искусственный спутник обладал энергоустановкой мощностью в 40 Вт, а современные обладают порядка 12 кВт [2]. На сегодняшний день самым надежным и хорошо отработанным вариантом энергообеспечения является солнечная батарея.

Солнечная батарея - устройство, преобразующее солнечную энергию в постоянный электрический ток. Данное устройство является важнейшей частью спутников и других космических аппаратов. Благодаря ей возможно осуществление жизненно важных функций на орбите. Обычно система энергоснабжения спутника состоит из раскрывающегося модуля, состоящего из 3-ех и более солнечных батарей. При выведении спутника на орбиту, происходит раскрытие солнечных панелей за счет ударной волны пиропатрона.

Чтобы процесс раскрытия солнечных панелей в космосе прошел корректно, необходимо провести тестовые запуски срабатывания пиропатрона на земле, в условиях невесомости. Для этого используются система обезвешивания, которые имитируют в наземных условиях состояние орбитального полета.

Система обезвешивания позволяет узнать, как будет работать та или иная система в условиях невесомости. Эффективность данной системы обусловлена такими параметрами, как: скорость срабатывания, плавность хода, грузоподъемность и многое другое. Чем эффективнее система, тем более точный прогноз поведения в реальных условиях она дает.

1 Литературный обзор систем обезвешивания

1.1 Обзор систем обезвешивания

В ходе создания солнечных панелей необходимо решить ряд задач. Не мало важная из них - отработка способа развертывания солнечных панелей в земных условиях, максимально имитируя характеристики космического пространства, в частности гравитацию, отличающуюся от земной.

Влияние веса конструкции способно полностью изменить точностные и динамические характеристики механизмов развёртывания солнечных панелей. Это выражается в появлении в шарнирах и приводах раскрытия дополнительного трения и дополнительных моментов. Эти факторы могут полностью изменить ход и результаты испытаний. В этом случае невозможно оценить работоспособность приводов раскрытия и их динамические характеристики.

Для воссоздания условий невесомости используются специальные стенды, которые снижают воздействие гравитации – система обезвешивания.

Система обезвешивания компенсирует силы и моменты, вызванные действием силы тяжести. Такие системы делятся на пассивные и активные. Рассмотрим каждую систему по отдельности.

1.1.1 Пассивные системы обезвешивания

В стендах с пассивным обезвешиванием [3] перемещение элементов стенда и компенсация сил происходит за счет внутренних моментов генерируемых самой системы (рисунок 1).

Системы такого рода используются в тех случаях, когда кинематическая схема исследуемой конструкции не является сложной и не требуется высокая точность исследований. Это обусловлено тем, что системе развёртывания необходимо перемещать не только испытываемые элементы, но и элементы обезвешивания, что приводит к появлению сил и моментов сопротивления. Снижение воздействия этих факторов приводит к повышению эффективности работы этой системы.

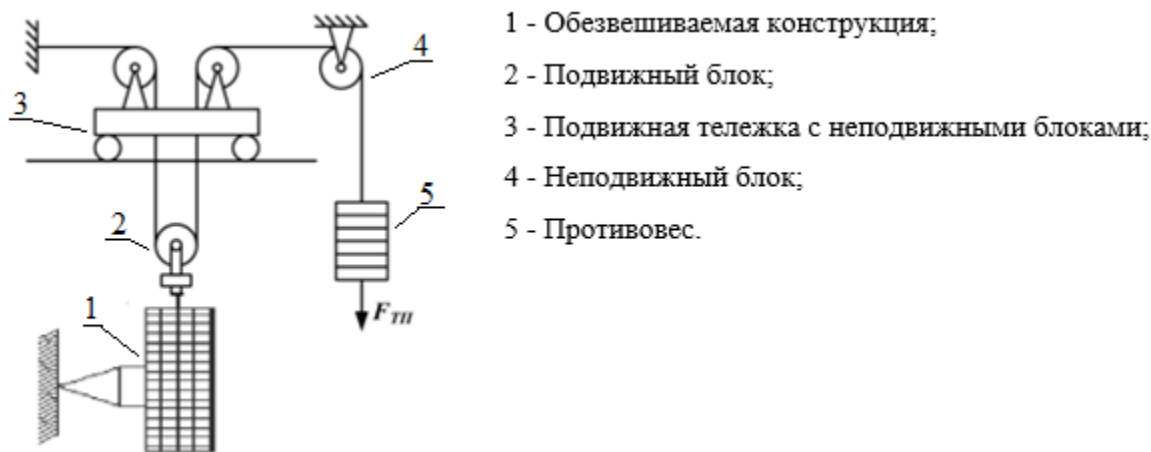


Рисунок 1 - Пассивная система обезвешивания

Имеется множество видов пассивных систем, но все они имеют схожие недостатки:

- ограниченное число обезвешиваемых панелей;
- ограниченный диапазон перемещений элементов обезвешивания в горизонтальной и вертикальной плоскостях;
- массивность, для проведения испытаний требуется большая и тяжелая конструкция, включающая в себя системы подвесов и пружин.

1.1.2 Активные системы обезвешивания

В стендах с активным обезвешиванием [4] перемещение элементов стенда (каретки, штанги) и компенсация сил происходит за счет системы датчиков и приводов (рисунок 2).

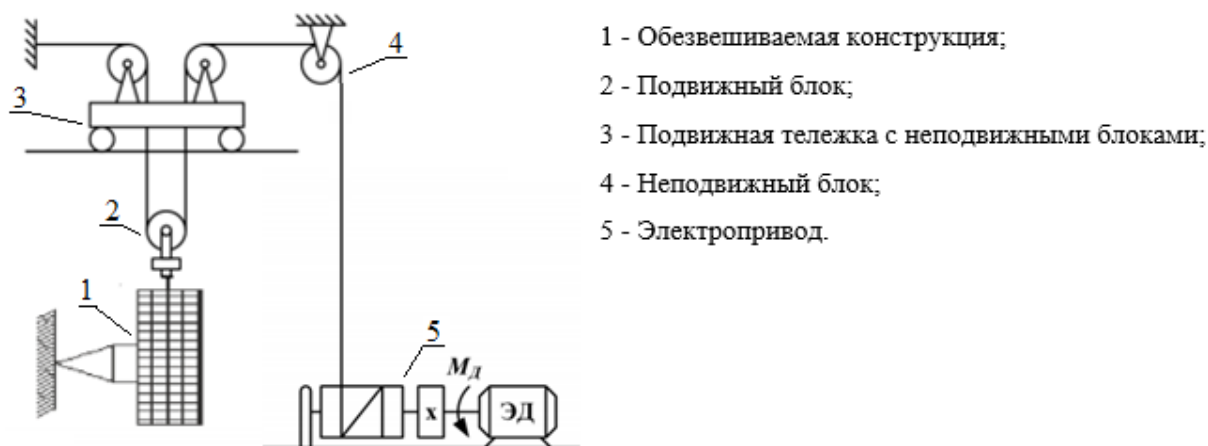


Рисунок 2 - Активная система обезвешивания

Большинство современных космических аппаратов имеют крылья солнечных батарей с достаточно сложными кинематическими схемами. Для таких типов требуется высокая точность и наименьшее влияние элементов системы обезвешивания на динамику раскрытия панелей. В таком случае пассивные системы обезвешивания не подходят.

Имеется множество видов активных систем, но все они имеют схожие недостатки:

- низкая скорость адаптации при смене объекта испытаний;
- массивность, для проведения испытаний требуется большая и тяжелая конструкция, включающая в себя электродвигатели и подвесы;

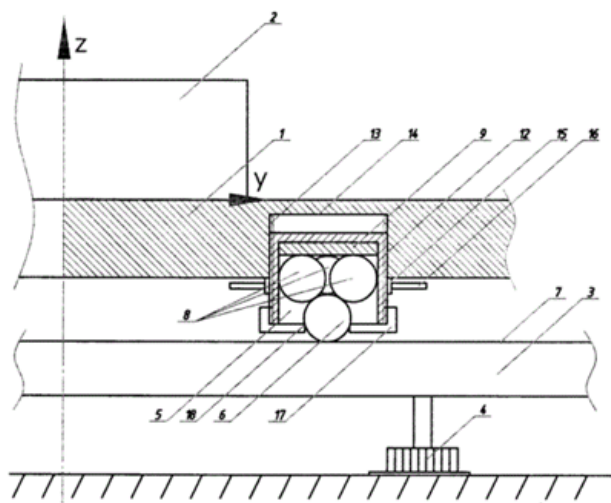
1.2 Обзор имеющихся систем обезвешивания

Проведен поиск по российским базам данных ФИПС по следующим запросам:

- системы обезвешивания солнечных панелей;
- система имитации невесомости;
- мобильный робот для обезвешивания;
- обезвешивание опорой.

В данный момент отсутствуют запатентованные разработки мобильного робота для обезвешивания элементов космических аппаратов. Тем не менее имеется несколько работ, по схожей тематике: опорное устройство, стенд для обезвешивания горизонтально перемещающейся механической системы. Ниже представлено краткое описание каждого устройства.

Опорное устройство [5] - данное изобретение может быть использовано в качестве опорного устройства для космического аппарата при наземных испытаниях. Состоит из нижнего основания, по высоте регулируется винтовыми опорными узлами, и верхнее основание, снабженное 6 регулируемыми подвижными узлами (рисунок 3).



- 1 - Верхнее основание;
- 2 - Испытуемый объект;
- 3 - Нижнее основание;
- 4 - Винтовой опорный узел;
- 5 - Подвижный узел;
- 6 - Шар;
- 7 - Рабочая поверхность;
- 8 - Дополнительные шары;
- 9 - Верхняя опорная плита;
- 12 - Резьба на наружной цилиндрической поверхности;
- 13 - Резьба на внутренней поверхности;
- 14 - Цилиндрическая полость;
- 15 - Фиксирующая гайка;
- 16 - Элемент вращения;
- 17 - Резьбовая заглушка;
- 18 - Центральное отверстие.

Рисунок 3 – Опорное устройство

Стенд для обезвешивания горизонтально перемещающейся механической системы [6] - данное устройство предназначено для обезвешивания механической системы, перемещающейся горизонтально. Состоит из опорных стоек и натянутого между ними направляющего троса.

В результате поиска было найдено множество систем обезвешивания, принцип работы которых основан на подвешивании обезвешиваемой конструкции и около 5 работ, работающих по принципу опоры.

Получаем, в данной области имеется большое количество запатентованных проектов близких к данной тематике, что говорит об актуальности разработки, но нет разработок сходных с данной работой по всем критериям, что говорит о том, что разработка перспективна.

3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

В данном проекте был разработан мобильный робот для обезвешивания элементов космических аппаратов, который позволит заменить существующие системы обезвешивания. Существующие системы обезвешивания обеспечивают полную компенсацию в механических конструкциях сил и моментов за счет подвешивания обезвешиваемых элементов. Данное решение имеет такие недостатки как, громоздкость и массивность.

В настоящее время перспективной данной разработки определяется коммерческой ценностью. Высокая коммерческая ценность является необходимым условием при поиске источников финансирования.

В данном разделе будет проведен комплексный анализ финансово-экономических аспектов выполненной работы. Оценим полные денежные затраты на разработку и реализацию.

3.1 Организация и планирование работ

Выполнением данного проекта занимались двое человек – научный руководитель и студент. Для каждого этапа работы назначается один или оба участника проекта. В таблице 8 указаны этапы работ и их исполнители.

Таблица 8 – Перечень работ и продолжительность их выполнения

Этапы работы	Исполнители	Загрузка исполнителей
Постановка целей и задач, получение исходных данных	НР	НР – 100%
Составление и утверждение ТЗ	НР, И	НР – 100% И – 10%
Подбор и изучение материалов по тематике	НР, И	НР – 30% И – 100%

Продолжение таблицы 8 – Перечень работ и продолжительность их выполнения

Этапы работы	Исполнители	Загрузка исполнителей
Разработка календарного плана	НР, И	НР – 100% И – 10%
Выбор структурной схемы устройства	НР, И	НР – 70% И – 100%
Выбор принципиальной схемы устройства	НР, И	НР – 80% И – 100%
Проектирование устройства	И	И – 100%
Сборка спроектированного устройства	И	И – 100%
Оформление расчетно-пояснительной записки	И	И – 100%
Оформление графического материала	И	И – 100%
Подведение итогов	НР, И	НР – 60% И – 100%

3.2 Продолжительность этапов работы

Расчет продолжительности этапов работ осуществляется двумя методами:

- технико-экономический;
- опытно-статистический.

Первый применяется в случаях наличия достаточно развитой нормативной базы трудоемкости планируемых процессов. Так как соответствующими нормативами не обладаем, будет использоваться второй метод, который в свою очередь реализуется двумя способами:

- аналоговый;
- экспертный.

В данной работе будет использоваться экспертный метод, так как отсутствует какой-либо аналог.

Определение вероятных значений продолжительности работ $t_{ож}$ определяется по формуле:

$$t_{ож} = \frac{3*t_{min}+2*t_{max}}{5} \quad (1)$$

где t_{min} – минимальная продолжительность работы, дн.;

t_{max} – максимальная продолжительность работы, дн.;

Для построения линейного графика необходимо рассчитать длительность этапов в рабочих днях, а затем перевести ее в календарные дни. Расчет продолжительности выполнения каждого этапа в рабочих днях ($T_{рд}$) ведется по формуле:

$$T_{рд} = \frac{t_{ож}}{K_{вн}} \cdot K_{д} \quad (2)$$

где $t_{ож}$ – продолжительность работы, дн.;

$K_{вн}$ – коэффициент выполнения работ, учитывающий влияние внешних факторов на соблюдение предварительно определенных длительностей, примем $K_{вн} = 1$;

$K_{д}$ – коэффициент, учитывающий дополнительное время на компенсацию непредвиденных задержек и согласование работ, примем $K_{д} = 1,2$.

Расчет продолжительности этапа в календарных днях ведется по формуле:

$$T_{кд} = T_{рд} \cdot T_{к} \quad (3)$$

где $T_{кд}$ – продолжительность выполнения этапа в календарных днях;

$T_{к}$ – коэффициент календарности, позволяющий перейти от длительности работ в рабочих днях к их аналогам в календарных днях, и рассчитываемый по формуле:

$$T_{к} = \frac{T_{кал}}{T_{кал}-T_{вд}-T_{пд}} \quad (4)$$

где $T_{\text{КАЛ}}$ – календарные дни ($T_{\text{КАЛ}} = 365$);

$T_{\text{ВД}}$ – выходные дни ($T_{\text{ВД}} = 51$);

$T_{\text{ПД}}$ – праздничные дни ($T_{\text{ПД}} = 14$).

$$T_{\text{К}} = \frac{365}{365 - 51 - 14} = 1,217$$

В таблице 9 указаны продолжительность работ и их трудоемкости по исполнителям, занятым на каждом этапе. В столбцах (3-5) реализован экспертный способ по формуле 1. Столбцы 6 и 7 содержат величины трудоемкости этапа для каждого из двух участников проекта (научный руководитель и инженер) с учетом коэффициента $K_{\text{д}} = 1,2$. Каждое из них в отдельности не может превышать соответствующее значение $t_{\text{ож}} \cdot K_{\text{д}}$. Столбцы 8 и 9 содержат те же трудоемкости, выраженные в календарных днях путем дополнительного умножения на $T_{\text{К}}$ (здесь оно равно 1,217). Итог по столбцу 5 дает общую ожидаемую продолжительность работы над проектом в рабочих днях, итоги по столбцам 8 и 9 – общие трудоемкости для каждого из участников проекта. Две последних величины далее будут использованы для определения затрат на оплату труда участников и прочие затраты. Величины трудоемкости этапов по исполнителям $T_{\text{КД}}$ (данные столбцов 8 и 9 кроме итогов) позволяют построить линейный график осуществления проекта. Таблица 10.

Таблица 9 – Трудозатраты на выполнение проекта

Этап	Исполнитель	Продолжительность работ, дни			Трудоемкость работ по исполнителям чел.- дн.			
		t_{min}	t_{max}	$t_{ож}$	$T_{РД}$		$T_{КД}$	
					НР	И	НР	И
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Постановка целей и задач, получение исходных данных	НР	3	5	3,8	4,56	–	5,55	–
Составление и утверждение ТЗ	НР, И	3	5	3,8	4,56	0,456	5,55	0,55
Подбор и изучение материалов по тематике	НР, И	12	15	13,2	4,75	15,84	5,78	19,28
Разработка календарного плана	НР, И	2	4	2,8	3,36	0,33	4,09	0,40
Выбор структурной схемы устройства	НР, И	4	6	4,8	4,03	5,76	4,90	7,00

Продолжение таблицы 9 – Трудозатраты на выполнение проекта

Этап	Исполнители	Продолжительность работ, дни			Трудоемкость работ по исполнителям чел.- дн.			
		t_{min}	t_{max}	$t_{ож}$	$T_{РД}$		$T_{КД}$	
					НР	И	НР	И
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Выбор принципиальной схемы устройства	НР, И	6	14	9,2	8,83	11,04	10,75	13,44
Проектирование устройства	И	10	12	10,8	-	12,96	-	15,77
Сборка спроектированного устройства	И	15	20	17	-	20,04	-	24,39
Оформление расчетно-пояснительной записки	И	6	9	7,2	-	8,64	-	10,45
Оформление графического материала	И	5	6	5,4	-	6,48	-	7,84
Подведение итогов	НР, И	5	8	6,2	4,46	7,44	5,4	9
Итого:				84,2	34,55	88,53	42,05	108,12

Таблица 10 – Линейный график работ

Этап	НР	И	февраль			март			апрель			май			июнь
			10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
1	5,55	–	■												
2	5,55	0,55	■	■											
3	5,78	19,28		■	■	■									
4	4,09	0,40				■	■								
5	4,90	7,00					■	■							
6	10,75	13,44					■	■							
7	–	15,77						■	■	■					
8	–	24,39							■	■	■	■			
9	–	10,45										■	■		
10	–	7,84											■	■	
11	5,4	9												■	■

НР – ■; И – ■.

3.3 Расчет сметы затрат на выполнение проекта

В состав затрат на создание проекта включается величина всех расходов, необходимых для реализации комплекса работ, составляющих содержание данной разработки. Расчет сметной стоимости ее выполнения производится по следующим статьям затрат:

- материалы и покупные изделия;
- заработная плата;
- социальный налог;
- расходы на электроэнергию (без освещения);
- амортизационные отчисления;
- прочие (накладные расходы) расходы.

3.3.1 Расчет затрат на материалы

В данной статье расходов относится стоимость материалов, покупных изделий, полуфабрикатов и других материальных ценностей, расходуемых непосредственно в процессе выполнения работ над объектом проектирования. В таблице 11 представлены все материальные затраты в проекте.

Таблица 11 – Расчет затрат на материалы

Наименование материалов	Цена за ед., руб.	Кол-во, шт.	Сумма, руб.
Тензодатчик (10 кг)	124	1 шт.	124
Линейный привод (200 мм)	2200	1 шт.	2200
Подшипник (8 мм)	50	12 шт.	600
Фанера 3 мм	214	0,06 м ²	12,84

Продолжение таблицы 11 – Расчет затрат на материалы

Наименование материалов	Цена за ед., руб.	Кол-во, шт.	Сумма, руб.
Фанера 6 мм	259	0,06 м ²	15,54
Фанера 9 мм	314	0,06 м ²	18,84
Клей ПВХ	201	1 шт.	201
Трубка алюминиевая (8 мм)	280	1 м	280
Лезвие для лобзика	150	1 шт.	150
Панель из текстолита	1900	1 шт.	1900
Диод	4	24 шт.	96
Резистор 1кОм	12	13 шт.	156
Соединительные провода	240	1 уп.	240
Итого:			5994

Допустим, что ТЗР составляют 5 % от отпускной цены материалов, тогда расходы на материалы с учетом ТЗР равны $C_{\text{мат}} = 5994 * 1,05 = 6294$ руб.

3.3.2 Расчет 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. Оклад инженера принимается равным окладу соответствующего специалиста низшей квалификации в организации, где

исполнитель проходил преддипломную практику. При отсутствии такового берется оклад инженера собственной кафедры (лаборатории).

Среднедневная тарифная заработная плата ($ЗП_{\text{дн-т}}$) рассчитывается по формуле:

$$ЗП_{\text{дн-т}} = MO/25 \quad (5)$$

учитывающей, что в году 300 рабочих день и, следовательно, в месяце в среднем 25 рабочих дня (при шестидневной рабочей неделе).

Расчета затрат на полную заработную плату приведены в таблице 12. Затраты времени по каждому исполнителю в рабочих днях с округлением до целого взяты из таблицы 9. Для учета в ее составе премий, дополнительной зарплаты и районной надбавки используется следующий ряд коэффициентов: $K_{\text{ПР}} = 1,1$; $K_{\text{допЗП}} = 1,188$; $K_{\text{р}} = 1,3$. 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 $K_{\text{И}} = 1,1 * 1,188 * 1,3 = 1,699$. Вышеуказанное значение $K_{\text{допЗП}}$ применяется при шестидневной рабочей неделе.

Таблица 12 – Затраты на заработную плату

Исполнитель	Оклад, руб./мес	Среднедневная ставка, руб./раб.день	Затраты времени, раб.дни	Коэффициент	Фонд з/платы, руб.
НР	43 264	1730,56	35	1,699	102 907,75
И	9 489	379,56	89	1,699	57 393,64
Итого:					160 301,39

3.3.3 Расчет затрат на социальный налог

Затраты на единый социальный налог (ЕСН), включающий в себя отчисления в пенсионный фонд, на социальное и медицинское страхование, составляют 30 % от полной заработной платы по проекту, т.е. $C_{\text{соц}} = C_{\text{зп}} * 0,3$. Итак, в нашем случае $C_{\text{соц}} = 160\,301,39 * 0,3 = 48\,090,42$ руб.

3.3.4 Расчет затрат на электроэнергию

Данный вид расходов включает в себя затраты на электроэнергию, потраченную в ходе выполнения проекта на работу используемого оборудования, рассчитываемые по формуле:

$$C_{\text{эл.об}} = P_{\text{об}} * t_{\text{об}} * Ц_{\text{э}} \quad (6)$$

где $P_{\text{об}}$ – мощность, потребляемая оборудованием, кВт;

$Ц_{\text{э}}$ – тариф на 1 кВт·час;

$t_{\text{об}}$ – время работы оборудования, час

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

$$t_{\text{об}} = T_{\text{рд}} * K_t \quad (7)$$

где $K_t \leq 1$ – коэффициент использования оборудования по времени, равный отношению времени его работы в процессе выполнения проекта к $T_{\text{рд}}$. В ряде случаев возможно определение $t_{\text{об}}$ путем прямого учета, особенно при ограниченном использовании соответствующего оборудования.

Мощность, потребляемая оборудованием, определяется по формуле:

$$P_{\text{об}} = P_{\text{ном}} * K_C \quad (8)$$

где $P_{\text{ном}}$ – номинальная мощность оборудования, кВт;

$K_C \leq 1$ – коэффициент загрузки, зависящий от средней степени использования номинальной мощности. Для технологического оборудования малой мощности $K_C = 1$.

Для ТПУ ЦЭ = 6,59 руб./кВт·час (с НДС). В таблице 13 представлены затраты на электроэнергию/

Таблица 13 – Затраты на электроэнергию технологическую

Наименование оборудования	Время работы оборудования $t_{об}$, час	Потребляемая мощность $P_{об}$, кВт	Затраты $C_{эл.об}$, руб.
Персональный компьютер	300	0,15	296,55
Электрический лобзик	3	0,6	12,51
Итого:			309,06

3.3.5 Расчет амортизационных расходов

Амортизационные отчисления рассчитываются по формуле:

$$C_{AM} = \frac{N_A * C_{об} * t_{рф} * n}{F_d} \quad (9)$$

где N_A – годовая норма амортизации единицы оборудования;

$C_{об}$ – 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_d – действительный годовой фонд времени работы соответствующего оборудования;

$t_{рф}$ – фактическое время работы оборудования в ходе выполнения проекта, учитывается исполнителем проекта;

n – число задействованных однотипных единиц оборудования.

Следовательно, рассчитаем амортизационный расход персонального компьютера и электрического лобзика:

$$C_{AM.ПК} = \frac{N_A * C_{ОБ} * t_{рф} * n}{F_D} = \frac{0,3 * 25000 * 300 * 1}{2400} = 937,5 \text{ руб.}$$

$$C_{AM.ЭЛ} = \frac{N_A * C_{ОБ} * t_{рф} * n}{F_D} = \frac{0,5 * 5000 * 3 * 1}{2400} = 3,13 \text{ руб.}$$

$$C_{AM} = C_{AM.ПК} + C_{AM.ЭЛ} = 937,5 + 3,13 = 940,63 \text{ руб.}$$

3.3.6 Расчет прочих расходов

Прочие расходы следует принять равными 10% от суммы всех предыдущих расходов.

$$C_{проч} = (C_{мат} + C_{ЗП} + C_{соц} + C_{ЭЛ.ОБ} + C_{AM}) * 0,1$$

$$= (6\ 294 + 160\ 301,39 + 48\ 090,42 + 309,06 + 940,63) * 0,1 = 21\ 545,75 \text{ руб.}$$

3.4 Расчет общей себестоимости разработки

Проведя расчет по всем статьям сметы затрат на разработку, определяем общую себестоимость проекта. Результаты приведены в таблице 14.

Таблица 14 – Смета затрат на разработку проекта

Статья затрат	Условное обозначение	Сумма, руб.
Материалы и покупные изделия	$C_{мат}$	6 294
Основная заработная плата	$C_{ЗП}$	160 301,39

Продолжение таблицы 14 – Смета затрат на разработку проекта

Статья затрат	Условное обозначение	Сумма, руб.
Отчисления в социальные фонды	$C_{\text{соц}}$	48 090,42
Расходы на электроэнергию	$C_{\text{эл.об}}$	309,06
Амортизационные отчисления	$C_{\text{ам}}$	940,63
Прочие расходы	$C_{\text{проч}}$	21 545,75
Итого:		237 481,25

Таким образом, затраты на разработку составили $C = 237\,481,25$ руб.

3.5 Расчет НДС

Налог на добавленную стоимость составляет 20% от суммы затрат на разработку и прибыли. Следовательно, НДС составляет:

$$\text{НДС} = C \cdot 0,2 = 237\,481,25 \cdot 0,2 = 47\,496,25 \text{ руб.}$$

3.6 Цена разработки НИР

Полная цена разработки равна сумме полной себестоимости, прибыли и НДС, поэтому суммируем данные сметы.

$$C_{\text{НИР(КР)}} = 237\,481,25 + 47\,496,25 = 284\,977,5 \text{ руб.}$$

3.7 Расчет экономической эффективности проекта

Расчет экономической эффективности данного проекта невозможен, в виду конфиденциальности данных о стоимости подобных систем обезвешивания. Однако возможно выделить ряд факторов, оказывающих

положительное влияние на экономическую эффективность разработки. К таким факторам относится экономия рабочего времени персонала, время работы оборудования, экономия электроэнергии и ресурсов при эксплуатации, а также повышение точности экспериментов.

Экономия рабочего времени персонала определяется в первую очередь возможностью привлечения меньших трудовых ресурсов. Так для проведения испытаний по обезвешиванию солнечных панелей сейчас необходима работа монтажеров панелей. В подвешивании панелей на направляющие рельсы участвуют от трех до пяти человек. Данная разработка позволяет исключить необходимость в большой команде монтажеров, так как настройка уровней панелей осуществляется автоматически, необходимо лишь выполнить присоединение панели к конструкции на работе, а для данной работы достаточно двух человек: крановщика, присоединяющего панели к конструкции в стене, и монтажера панелей к робототехническим платформам.

За счет простоты эксплуатации также значительно сокращается время работы оборудования. В настоящее время монтаж и демонтаж панелей занимает около полутора-двух часов. С применением новой технологии, время монтажа сокращается до одного часа. На время проведения эксперимента внедрение новой технологии не оказывает значительного влияния. Один эксперимент длится около 15 минут, также для повторного тестирования необходимо провести замену пиропатронов на панелях и привести панели в исходное состояние. Это может занимать до получаса. Каждая система солнечных панелей тестируется 3 раза, далее происходит ее демонтаж. Таким образом, за счет сокращения времени монтажа в течение восьмичасового рабочего дня можно провести испытания для двух различных систем солнечных панелей, учитывая их полный монтаж и демонтаж, а технология, применяемая в настоящий момент, позволяет лишь

провести полный эксперимент с одной системой панелей и произвести монтаж другой для последующих экспериментов в другой рабочий день.

Экономия электроэнергии осуществляется за счет использования мобильных роботов, вместо мощных электроприводов, применяемых при обезвешивании в настоящий момент. Использование мобильных роботов позволяет снизить электропотребления, а также предотвратить возможность выхода из строя электросети в связи с перегрузкой.

Экономия ресурсов при эксплуатации и обслуживании оборудования обусловлена необходимостью в настоящее время проводить регулярную проверку огромного числа механизмов и сочленений, проводить их своевременную смазку и замену. В предлагаемом решении необходимо проводить лишь плановое обслуживание элементов мобильной платформы, а выход из строя одного из элементов на мобильном роботе не повлечет за собой поломку элементов на других устройствах, что значительно упростит его замену в будущем.

Повышение точности получаемых данных основано на внедрении в систему дополнительных современных датчиков измерения. Так как при обезвешивании солнечных панелей очень важно знать такие показатели, как угол наклона, угол раскрытия, положение панелей относительно стартовой позиции и скорость раскрытия, внедренные в мобильную платформу современные компоненты обеспечивают более полную информацию о получаемых данных, обладают более высокой точностью и эффективностью.

3.8 Вывод по финансовому менеджменту, ресурсоэффективности и ресурсосбережению

В ходе оценки финансовой эффективности разрабатываемого проекта был разработан календарный план проведения основных работ, количество дней необходимых на разработку составило 122 рабочих дней. Были

рассчитаны сметы затрат на разработку проекта, себестоимость проекта и его итоговая цена разработки, которая составила 284 977,5 рублей.

4 Социальная ответственность

В ходе данной работы был разработан мобильный робот для обезвешивания элементов космических аппаратов. Тип обезвешивания – активный. Предполагаемое место использования – производственное помещение (камера испытания). Работы по проектированию и реализации стенда проводились в 101 корпуса №10 ТПУ. Средняя температура в зимнее время года минус 10,6 °С, в летнее 12,3 °С.

4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Государственный надзор и контроль в организациях осуществляют специально уполномоченные на то государственные органы и инспекции в соответствии с федеральными законами (Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 05.02.2018)). К таким органам относятся Федеральная инспекция труда, Государственная экспертиза условий труда, Федеральная служба по труду и занятости населения, Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору (Госгортехнадзор, Госэнергонадзор, Госатомнадзор России) Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Госсанэпиднадзор России) и др. Так же в стране функционирует Единая государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС), положение о которой утверждено Постановлением Правительства Российской Федерации, в соответствии с которым, система объединяет органы управления, силы и средства.

Основные виды работ с мобильным роботом связаны с работой на персональном компьютере, поэтому важно то, как будет скомпоновано рабочее место. Также работа будет вестись и с аппаратной частью.

Средствами отображения информации является монитор ПК и панель оператора, а часто используемые органы управления — это мышь, клавиатура и touch-панель оператора. Рабочее место оборудуется в соответствии требованиями ГОСТ 12.2.032-78. Оно должно занимать площадь не менее 6 м², высота помещения должна быть не менее 4 м, а объем - не менее 20 м³ на одного человека. Высота над уровнем пола рабочей поверхности, за которой работает оператор, должна составлять 720 мм. Оптимальные размеры поверхности стола 1600 x 1000 кв. мм. Под столом должно иметься пространство для ног с размерами по глубине 650 мм. Рабочий стол должен также иметь подставку для ног, расположенную под углом 15° к поверхности стола. Длина подставки 400 мм, ширина - 350 мм. Так же рабочий стол должен быть устойчивым, иметь однотонное неметаллическое покрытие, не обладающее способностью накапливать статическое электричество. Кресло человека – оператора должно соответствовать требованиям ГОСТ 21889-76. Так как мобильный робот оборудован пультом управления, а так же устройствами индикации, они должны соответствовать ГОСТ 23000-78 и ГОСТ EN 894-3-2012 соответственно.. Помимо это рабочее место должно соответствовать гигиеническим нормам СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03.

4.2 Производственная безопасность

Таблица 15 – Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.1.019-2017 ССБТ)	Этапы			Нормативные документы
	Разра-ботка	Изгото-вление	Эксплу-атация	
Отклонение показателей микроклимата	+	+	+	ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности
Превышение уровня шума	-	+	+	ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ. Средства и методы защиты от шума. Классификация
Недостаточная освещенность рабочей зоны	+	+	+	ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность.
Повышенная напряженность электростатического поля	+	+	+	Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов ГОСТ 12.1.045-84 ССБТ.
Электробезопасность	+	+	+	Электростатические поля.
Перенапряжение анализаторов	+	+	+	Допустимые уровни на рабочих местах и
Действие силы тяжести в тех случаях, когда оно может вызвать падение твердых объектов на работающего	-	+	+	требования к проведению контроля СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95

4.2.1 Отклонение показателей микроклимата

На микроклимат в рабочем помещении может влиять температура за окном, нагревательные батареи, вентиляция, а также количество включенной техники в лаборатории.

Микроклимат помещения, в котором человек находится долго, играет большую роль в работоспособности, возможности комфортно отдохнуть и расслабиться. Состояние внутренней среды здания может не только плодотворно влиять на здоровье человека, но и оказывать негативное воздействие. Микроклимат любых помещений характеризуется температурой воздуха, его влажностью и скоростью движения.

Оптимальные величины показателей микроклимата приведены в таблице 16. В то же время допустимые параметры микроклимата приведены в таблице 17. Категорию работ по энергозатратам примем 1а, в связи с преимущественно сидячим видом деятельности.

Таблица 16 – Оптимальные параметры микроклимата

Период	Категория работ	Температура воздуха	Температура поверхности	Относительная влажность	Скорость движения воздуха
Теплый	1а	22-24	21-25	60-40	0,1
Холодный	1а	23-25	22-26	60-40	0,1

Таблица 17 – Допустимые параметры

Период года	Категория работ	Температура		Температура поверхностей			
		ниже	выше				
Теплый	1а	20,0-21,9	24,1-25	19-26	15-75	0,1	0,1
Холодный	1а	21,0-22,9	25,1-26	20-29	15-75	0,1	0,2

Регулировать температуру позволяют системы кондиционирования и городского отопления.

4.2.2 Превышение уровня шума

Шум – является одним из важных факторов, влияющих на качество выполняемой работы. Шум ухудшает условия труда, оказывая вредное действие на организм человека. Работающие в условиях длительного шумового воздействия испытывают раздражительность, головные боли, головокружение, снижение памяти, повышенную утомляемость, понижение аппетита, боли в ушах и т. д. Такие нарушения в работе ряда органов и систем организма человека могут вызвать негативные изменения в эмоциональном состоянии человека вплоть до стрессовых. Под воздействием шума снижается концентрация внимания, нарушаются физиологические функции, появляется усталость в связи с повышенными энергетическими затратами и нервно-психическим напряжением, ухудшается речевая коммутация. Все это снижает работоспособность человека и его производительность, качество и безопасность труда. Длительное воздействие интенсивного шума (выше 80 дБ(А)) на слух человека приводит к его частичной или полной потере.

Основными источниками шума при эксплуатации являются – электродвигатели мобильного робота и система охлаждения ПК. Согласно виду трудовой деятельности, как умственная, в таблице 18 представлены допустимые уровни шума.

Таблица 18 – Допустимые уровни звукового давления

Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука
31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
86	71	61	54	49	45	42	40	38	50

Уровень шума подвижных частей компьютера лежат в пределах 35 – 50 дБА, что соответствует норме. Для минимизации шума в механизмах мобильного робота используются малошумящие приводы.

Средства индивидуальной защиты не требуется.

4.2.3 Недостаточная освещенность рабочей зоны

Правильное освещение помещений и рабочих зон одно из главных условий создания безопасных и благоприятных условий труда. При недостаточной освещенности развивается утомление зрения, понижается общая работоспособность и производительность труда, возрастает количество брака, повышается опасность производственного травматизма, низкая освещенность способствует развитию близорукости.

Рабочая зона или рабочее место освещается таким образом, чтобы можно было отчетливо видеть процесс работы, не напрягая зрения, а также исключается прямое попадание лучей источника света в глаза. Кроме того, уровень необходимого освещения определяется степенью точности зрительных работ. В помещении отсутствует естественное освещение.

Таблица 19 – Нормирование освещённости для работы за ПК

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Высокой точности	От 0,3	Б	1	Более 70	300	100	40	15	3,0	1,0
	От 0,5		2	Менее 70	200	75	60	20	2,5	0,7

- 1 - Характеристика зрительных работ;
- 2 - Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм;
- 3 - Разряд зрительной работы;
- 4 - Подразряд зрительной работы;

5 - Относительная продолжительность зрительной работы, %;

6 - Освещенность на рабочей поверхности от системы общего искусственного освещения, лк;

7 - Цилиндрическая освещенность, лк;

8 - Показатель дискомфорта;

9 - Коэффициент пульсации освещенности, %;

10 - КЕО при верхнем освещении, %;

11 - КЕО при боковом освещении, %.

Требования к освещению на рабочих местах, оборудованных ПК, представлены в таблице 20.

Таблица 20 – Требования к освещению на рабочих местах

Освещенность на рабочем столе	300-500 лк
Освещенность на экране ПК	не выше 300 лк
Блики на экране	не выше 40 кд/м ²
Прямая блесккость источника света	200 кд/м ²
Показатель ослеплённости	не более 20
Показатель дискомфорта	не более 15
Коэффициент пульсации:	не более 5%
Отношение яркости:	
– между рабочими поверхностями	3:1–5:1
– между поверхностями стен и оборудования	10:1

Освещаемая площадь помещения составляет 20 м², количество ламп 8, каждая 1000 люмен. тогда $E=8000/20=400$ лк. Что удовлетворяет условиям в таблице 18.

4.2.4 Повышенная напряженность электростатического поля

Работа ПЭВМ, кроме электромагнитных излучений сопровождается электростатическим полем, которое может деионизировать окружающую воздушную оболочку. Для обеспечения безопасности рабочего персонала и оборудования необходимо проводить ионизацию воздуха, путём установки ионизаторов или обеспечения проветривания помещения.

4.2.5 Электробезопасность

Электробезопасность – система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества.

При работе с компьютером существует опасность электропоражения:

- при прикосновении к нетоковедущим частям, оказавшимся под напряжением (в случае нарушения изоляции токоведущих частей ПЭВМ);
- при прикосновении с полом и стенами, оказавшимися под напряжением;
- имеется опасность короткого замыкания в высоковольтных блоках: блоке питания и блоке дисплейной развертки.

Безопасность при работе с электроустановками обеспечивается применением различных технических и организационных мер. Основные технические средства защиты от поражения электрическим током:

- изоляция токопроводящих частей и ее непрерывный контроль;
- установка оградительных устройств;
- предупредительная сигнализация и блокировки;
- защитное заземление.

4.2.6 Перенапряжение анализаторов

В связи с тем, что основной вид работ, выполняемый с мобильным роботом связан с взаимодействием с ПК и анализом информации повышается нагрузка на зрительные анализаторы.

Для уменьшения влияния ПЭВМ на организм рекомендуется делать перерывы в работе.

Согласно инструкции по охране труда при работе на персональном компьютере ТОИ Р-45-084-01 для группы В (не свыше шести 6 часов за смену) перерыв составляет 15 минут через каждый трудовой час.

Для предупреждения развития переутомления обязательными мероприятиями являются:

- проведение упражнений для глаз через каждые 20 - 25 мин. работы за ВДТ или ПЭВМ;
- проведение во время перерывов сквозного проветривания помещений с ВДТ или ПЭВМ с обязательным выходом из него сотрудников;
- проведение упражнений физкультминутки в течение 1 - 2 мин. для снятия локального утомления, которые выполняются индивидуально при появлении начальных признаков усталости.

4.2.7 Действие силы тяжести в тех случаях, когда оно может вызвать падение твердых объектов на работающего

Падение твердых объектов на рабочего может привести к серьёзным травмам. Для обеспечения безопасности рабочего персонала и оборудования необходимо проводить инструктаж правил взаимодействия человека с системой раскрытия солнечной панели.

4.3 Экологическая безопасность

Влияние разрабатываемого устройства на окружающую среду можно разделить на прямые и косвенные. Косвенное влияние обусловлено выбросами в атмосферу загрязняющих веществ в ходе производства деталей и материалов, использованных в работе. Также, мобильный робот потребляет электроэнергию, производство которой также связано с пагубным воздействием на окружающую среду. Прямым фактором можно назвать отходы материалов на этапе разработки робота, а также возможным загрязнением литосферы в ходе его утилизации.

Для уменьшения влияния на окружающую среду, необходимо рассмотреть варианты утилизации вышедшего из строя оборудования и деталей. Особое внимание следует уделить утилизации электронных компонентов силовых и информационных устройств.

4.4 Безопасность в ЧС

Пожарная безопасность может быть обеспечена мерами пожарной профилактики и активной пожарной защиты. Пожарная профилактика включает комплекс мероприятий, направленных на предупреждение пожара или уменьшение его последствий. Активная пожарная защита – меры, обеспечивающие успешную борьбу с пожарами или взрывоопасной ситуацией.

Возникновение пожара в помещении, где установлена вычислительная и оргтехника, приводит к большим материальным потерям и возникновению чрезвычайной ситуации. Чрезвычайные ситуации приводят к полной потере информации и большим трудностям восстановления всей информации в полном объёме.

Для исключения возникновения пожара необходимо:

- вовремя выявлять и устранять неисправности;

- не использовать открытые обогревательные приборы, приборы кустарного производства в помещении лаборатории;
- определить порядок и сроки прохождения противопожарного инструктажа и занятий по пожарно-техническому минимуму, а также назначить ответственного за их проведения.

В случае возникновения пожара необходимо отключить электропитание, вызвать по телефону пожарную команду, произвести эвакуацию и приступить к ликвидации пожара огнетушителями. При наличии небольшого очага пламени можно воспользоваться подручными средствами с целью прекращения доступа воздуха к объекту возгорания.

Для тушения пожаров в помещении необходимо использовать огнетушитель, способный справиться с пожаром класса В – горение электроустановок. С этой задачей отлично справится углекислотный огнетушитель ОУ - 5, так как данный вид предназначен для тушения пожаров класса В, С, Е.

Правило использования данного огнетушителя:

- снять огнетушитель и поднести к очагу пожара;
- сорвать пломбу, выдернуть чеку;
- направить раструб на очаг пожара и нажать на рычаг;
- во время работы (выброса заснеженной углекислоты через раструб) не разрешается брать рукой за раструб, во избежание обмороживания;
- при тушении выключателя или розетки, если пламя по проводке пошло вверх, струю огнетушителя направляют сначала на источник огня - розетку или выключатель, и только потом сбивают пламя вверх.
- запорно-пусковое устройство позволяет прерывать подачу углекислоты.

4.5 Вывод по социальной ответственности

В данной главе были рассмотрены основные источники возникновения опасных факторов эксплуатации предлагаемого в ВКР устройства. Проведен анализ данных факторов на соответствие нормам, устанавливаемым государственными стандартами. По возможности были предложены меры по минимизации влияния данных факторов на производственную безопасность.

Аналізу были подвергнуты факторы загрязнения окружающей среды. Даны рекомендации по утилизации отходов, появляющихся в ходе разработки и эксплуатации стенда.

Список используемых источников

1. Стоимость запуска ракеты: сайт. – URL: <https://avia.pro/blog/skolko-stoit-raketa-otpravit-raketu-v-kosmos-cena> (дата обращения: 12.09.2019). – Текст: электронный.
2. Система энергоснабжения: сайт. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0_%D1%8D%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%BE%D1%81%D0%BD%D0%B0%D0%B1%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F_%D0%BA%D0%BE%D1%81%D0%BC%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B3%D0%BE_%D0%B0%D0%BF%D0%BF%D0%B0%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%B0 (дата обращения: 12.09.2019). – Текст: электронный.
3. А.О. Гайдукова, Н.А. Белянин «Обзор систем обезвешивания» / АО «Информационные спутниковые системы» имени академика М.Ф. Решетнева.
4. И.А. Маркелов «Сравнительный анализ систем обезвешивания крыльев солнечных батарей космических аппаратов при наземных испытаниях» / Материалы конференции. 2016г.
5. Пат. 2 586 014 РФ, МПК G02B 23/16. Опорное устройство / В.И. Халиманович (РФ), И.В. Романенко (РФ), Н.В. Бугаёв (РФ), и д.р. – № 2 014 143 836 / 28; заявл. 29.10.2014 ; опубл. 10.06.2016. Бюл. № 16.
6. Пат. 2007 132 055 РФ, МПК G01M 19/00. Стенд для обезвешивания горизонтально перемещающейся механической системы космического аппарата / А.И. Кириллюк (РФ), В.Н. Подзоров (РФ), А.Н. Евтеев (РФ) – № 2 007 132 055 / 28; заявл. 23.08.2007 ; опубл. 27.02.2009.
7. А.Ю. Зарницын, А.В. Воронин «Моделирование динамики системы активного обезвешивания крыльев батарей солнечных при наземных

испытаниях приводов их раскрытия» // Выпускная квалификационная работа. 2016г.

8. Мобильная платформа Robotino: сайт. – URL: <https://docplayer.ru/38382056-Robotino-mobilnaya-robototekhnicheskaya-platforma-dlya-issledovaniy-i-obucheniya.html> (дата обращения: 12.09.2019). – Текст: электронный.

9. Omni колесо 127 мм: сайт. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82_%D1%81%D0%B8%D0%BB%D1%8B (дата обращения: 12.09.2019). – Текст: электронный.

10. Omni колесо 152 мм: сайт. – URL: <https://www.active-robots.com/catalogsearch/result/?q=152mm-double-aluminium-omni-wheel> (дата обращения: 12.09.2019). – Текст: электронный.

11. Omni колесо 127 мм легкое: сайт. – URL: <https://russian.alibaba.com/product-detail/127mm-39mm-light-load-omni-wheel-62521591501.html?spm=a2700.8699010.normalList.10.4bb35614AbGb5Q> (дата обращения: 12.09.2019). – Текст: электронный.

12. Ю.А. Капитанюк, А.А. Капитонов, С.А. Чепинский «Разработка системы траекторного управления мобильным роботом с роликонесущими колесами», Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики Scientific and Technical Journal of Information Technologies, Mechanics and Optics 2014, №2 (90).

13. А.М. Суббота, Е.Ю. Костерная «Кинематика движения робота с тремя роликонесущими колесами», Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии, 2018, №82.

14. Ю.Г. Мартыненко «Уравнение движением мобильных колесных роботов» / Фундаментальная и прикладная механика, – 2005. – Т. 11. – № 8. – С. 29-80

15. Привод BG75X50: сайт. – URL:
<https://www.dunkermotoren.com/en/products/brushless-dc-motors/detail/885750270001/> (дата обращения: 14.10.2019). – Текст:
электронный.
16. Привод BG65SX25: сайт. – URL:
<https://www.dunkermotoren.com/en/products/brushless-dc-motors/detail/985660502408/> (дата обращения: 14.10.2019). – Текст:
электронный.
17. Привод BG66X50: сайт. – URL:
<https://www.dunkermotoren.com/en/products/brushless-dc-motors/detail/885661501214/> (дата обращения: 14.10.2019). – Текст:
электронный.
18. Редуктор PLG 60: сайт. – URL:
<https://www.dunkermotoren.com/en/products/gearboxes/detail/8886001051/> (дата обращения: 14.10.2019). – Текст: электронный.
19. Редуктор PLG 95HT: сайт. – URL:
<https://www.dunkermotoren.com/en/products/gearboxes/detail/8886305056/> (дата обращения: 14.10.2019). – Текст: электронный.
20. Редуктор PLG 75EP: сайт. – URL:
<https://www.dunkermotoren.com/en/products/gearboxes/detail/8887504055/> (дата обращения: 14.10.2019). – Текст: электронный.
21. Энкодер - E40S6-1000-3-T-24: сайт. – URL:
<https://www.electronshik.ru/item/AUTONICS/E40S6-1000-3-T-24> (дата обращения: 14.10.2019). – Текст: электронный.
22. Энкодер - RI32-0/1000AR.14KB: сайт. – URL:
<https://www.chipdip.ru/product/ri32-0-1000ar.14kb-encoder-rotary> (дата обращения: 14.10.2019). – Текст: электронный.

23. Энкодер - E40S8-1000-3-T-24: сайт. – URL: <https://www.electronshik.ru/item/AUTONICS/E40S8-1000-3-T-24> (дата обращения: 14.10.2019). – Текст: электронный.

24. Ножничный подъемник: сайт. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%BE%D0%B6%D0%BD%D0%B8%D1%87%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%BF%D0%BE%D0%B4%D1%8A%D1%91%D0%BC%D0%BD%D0%B8%D0%BA (дата обращения: 14.10.2019). – Текст: электронный.

25. Домкрат ромбический: сайт. – URL: <https://proautomarki.ru/domkrat/#i-3> (дата обращения: 14.10.2019). – Текст: электронный.

26. Liner actuator 200мм: сайт. – URL: https://aliexpress.ru/item/4000014335478.html?spm=a2g0o.productlist.0.0.41257ab3UYFofD&algo_pvid=b1e5ca68-67de-494a-90e7-444488736e58&algo_expid=b1e5ca68-67de-494a-90e7-444488736e58-0&btsid=0b8b037015865048949083480ef918&ws_ab_test=searchweb0_0,searchweb201602_,searchweb201603 (дата обращения: 14.10.2019). – Текст: электронный.

27. Liner actuator 250мм: сайт. – URL: https://aliexpress.ru/item/4000493227950.html?spm=a2g0o.productlist.0.0.41257ab3UYFofD&algo_pvid=b1e5ca68-67de-494a-90e7-444488736e58&algo_expid=b1e5ca68-67de-494a-90e7-444488736e58-2&btsid=0b8b037015865048949083480ef918&ws_ab_test=searchweb0_0,searchweb201602_,searchweb201603 (дата обращения: 14.10.2019). – Текст: электронный.

28. Liner actuator 100мм: сайт. – URL: https://aliexpress.ru/item/32842263115.html?spm=a2g0o.productlist.0.0.41257ab3UYFofD&algo_pvid=b1e5ca68-67de-494a-90e7-

[444488736e58&algo_expid=b1e5ca68-67de-494a-90e7-444488736e58-44&btsid=0b8b037015865048949083480ef918&ws_ab_test=searchweb0_0,searchweb201602_,searchweb201603](https://www.aliexpress.ru/warehouse/444488736e58&algo_expid=b1e5ca68-67de-494a-90e7-444488736e58-44&btsid=0b8b037015865048949083480ef918&ws_ab_test=searchweb0_0,searchweb201602_,searchweb201603) (дата обращения: 14.10.2019). – Текст: электронный.

29. Тензодатчик 50 кг: сайт. – URL: https://3d-diy.ru/product/tenzodatchik-50kg?gclid=CjwKCAjwssD0BRBIEiwAJp5rAy2i7BN7eexpNj9s-soTMqw_kEia0eAEtOwE2dqImiUJ_-5FeROzBoCZuMQAvD_VwE (дата обращения: 14.10.2019). – Текст: электронный.

30. TAS501W S: сайт. – URL: https://aliexpress.ru/item/32748434010.html?spm=a2g0o.productlist.0.0.69511fb4jHNqE4&algo_pvid=b33b18ba-4e35-4541-b11d-1fd249e9ed33&algo_expid=b33b18ba-4e35-4541-b11d-1fd249e9ed33-19&btsid=719c9266-55b0-423f-b1c2-0f1245fd4b3f&ws_ab_test=searchweb0_0,searchweb201602_5,searchweb201603_55 (дата обращения: 14.10.2019). – Текст: электронный.

31. SB-A/-ASS: сайт. – URL: <http://tenzorez.ru/product/sb-a-ass/> (дата обращения: 14.10.2019). – Текст: электронный.