

Комитет по образованию Санкт-Петербурга  
Акционерное общество «Научно-производственное предприятие «Радар ммс»  
Государственное бюджетное нетиповое образовательное учреждение  
«Санкт-Петербургский городской Дворец творчества юных»



*Сборник тезисов работ  
участников секции  
«Аэрокосмическая техника и технологии»  
XII открытой юношеской  
научно-практической конференции  
**«БУДУЩЕЕ СИЛЬНОЙ РОССИИ –  
В ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЯХ»***

*28 февраля – 2 марта 2018 года,  
Санкт-Петербург*

*Том 1*

Санкт-Петербург  
2018

*«Будущее сильной России – в высоких технологиях»  
сборник тезисов XII открытой юношеской научно-практической конференции,  
ГБНОУ «СПБ ГДТЮ», – СПб, 2018, 9 томов по секциям.*

*Том 1 – Секция «Аэрокосмическая техника и технологии»*

В сборнике представлены тезисы исследовательских работ участников XII Открытой юношеской научно-практической конференции «Будущее сильной России – в высоких технологиях», которая будет проводиться 28 февраля – 2 марта 2018 года в Государственном бюджетном нетиповом образовательном учреждении «Санкт-Петербургский городской Дворец творчества юных» (Санкт-Петербург).

Сборник представлен комплектом из 9 томов, в каждом из которых собраны тезисы по одной секции конференции.

Отпечатано в РИС ГБНОУ «СПБ ГДТЮ». Заказ Т71, тираж 27 экз.

*Сборник тезисов работ  
участников секции  
«Аэрокосмическая техника и технологии»  
XII открытой юношеской  
научно-практической конференции  
«БУДУЩЕЕ СИЛЬНОЙ РОССИИ –  
В ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЯХ»*

## **Введение**

Научно-практические конференции как наиболее массовая форма привлечения подростков и юношества к научно-техническому творчеству и исследовательской деятельности начали проводиться в Ленинграде в 1973 году. Одним из важнейших факторов развития страны является развитие кадрового потенциала научных и производственных организаций. Для этого необходим постоянный приток в сферу исследовательской деятельности талантливой молодежи. Мировой и отечественный опыт показывает, что для решения этой проблемы необходима системная работа, предусматривающая раннюю профориентацию и привлечение молодежи, начиная со школьного возраста, к участию в выполнении (в том или ином качестве) реальных исследований и экспериментов. В 2018 году в Санкт-Петербурге в 12-й раз проводится Открытая юношеская научно-практическая конференция «Будущее сильной России – в высоких технологиях». О высоком уровне и значимости конференции говорит тот факт, что с каждым годом растет число участников конференции и уровень их подготовки, а также актуальность и практическая значимость представляемых работ, расширяется география участвующих в конференции регионов от Дальневосточного федерального округа до Республики Крым и Калининграда, в состав жюри ежегодно входят ведущие ученые, инженеры-конструкторы производственных предприятий Санкт-Петербурга и специалисты образовательных учреждений высшего профессионального образования.

Учредители и организаторы конференции: Комитет по образованию Санкт-Петербурга, Акционерное общество «Научно-производственное предприятие «Радар ммс», Санкт-Петербургский городской Дворец творчества юных, при поддержке Комитета по промышленной политике и инновациям Санкт-Петербурга, ПАО «Сбербанк России».

## Проект перспективного стратегического бомбардировщика

*Мишуловин Андрей Алексеевич*

*ГБНОУ «СПБ ГДТЮ», Аничков лицей,*

*Юношеский клуб космонавтики им. Г.С. Титова,*

*Санкт-Петербург*

### **Научный руководитель:**

*Летовитез Александр Евгеньевич,*

*ГБНОУ «СПБ ГДТЮ», педагог дополнительного образования*

**Ключевые слова:** бомбардировщик, дальность полёта, технология «Стелс», адаптивное крыло

### **Аннотация:**

В работе представлен проект перспективного стратегического бомбардировщика. Выдвинуты требования к проектируемому бомбардировщику, изучены существующие аналоги, разработан планер и подобрана двигательная установка, удовлетворяющая требованиям к проекту. В ходе работы найдено решение проблемы уязвимости бомбардировщика, описаны преимущества проекта перед существующими аналогами.

### **Цель работы:**

Разработка проекта перспективного дальнего стратегического бомбардировщика-ракетоносца.

### **Введение:**

В настоящее время в Вооружённых силах России отсутствует бомбардировщик, способный незаметно наносить ракетно-бомбовые удары по стратегическим целям потенциального противника. Данная работа направлена на создание проекта, способного занять эту нишу.

### **Основные тезисы:**

Технические решения, используемые в проекте:

1. Использование интегральной компоновочной схемы
2. Крыло изменяемой стреловидности
3. Использование в качестве органов управления технологии «Адаптивного крыла»
4. Установка убираемых винглет
5. Использование  $\Lambda$  – образного хвостового оперения
6. Двигатели бомбардировщика интегрированы в корпус самолёта
7. Комплекс механизмов, охлаждающих реактивную струю двигателя

**Заключение, результаты или выводы:**

В результате проведённой работы был создан проект бомбардировщика, удовлетворяющий конструкторскому заданию и превосходящий аналоги во всех ключевых параметрах, а значит являющийся перспективным.

**Список использованной литературы:**

1. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Механизация\\_крыла](https://ru.wikipedia.org/wiki/Механизация_крыла)
2. [https://dic.academic.ru/dic.nsf/enc\\_tech/1545/Адаптивное](https://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_tech/1545/Адаптивное)
3. <http://avia.pro/blog/mehanizaciya-kryla-samoleta-opisanie-foto-video>
4. <http://avia-simply.ru/zakoncovki-krila-winglets/>
5. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Ту-95>
6. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Стратегический\\_бомбардировщик](https://ru.wikipedia.org/wiki/Стратегический_бомбардировщик)

**Имитатор условий гравитации на объектах Солнечной системы**

*Чирков Михаил Эдуардович*

*ГБУ ДО КО «Центр развития одаренных детей»*

*Советск, Калининградская обл.*

**Научный руководитель:**

*Резниченко Юрий Александрович,*

*Балтийская государственная академия рыболовного промысла, к.т.н., доцент*

**Ключевые слова:** имитатор, перегрузка, объекты Солнечной системы, метод компенсации веса.

**Аннотация:**

Проект посвящен разработке имитатора условий гравитаций на объектах Солнечной системы. Он предназначен для тренировки космонавтов в условиях перегрузок или пониженной гравитации с целью адаптации к непривычным условиям работы. Аудиторией нашего проекта являются пилоты и космонавты, которые готовятся к длительной работе в условиях с отличной от Земли гравитацией.

*Космонавтика имеет безграничное будущее,  
и ее перспективы беспредельны, как сама Вселенная.  
Сергей Королев*

**Цель работы:**

Подготовка космонавтов к перегрузкам при работе на планетах и других объектах Солнечной системы, которые возникают из-за гравитации, отличающейся от земной. В качестве альтернативы устройство, созданное по нашему проекту, можно использовать как развлекательный аттракцион.

**Введение:**

В наше время изучение космоса является одной из важных задач для человечества. С каждым годом количество людей, работающих в космосе, время их пребывания будет увеличиваться, поэтому необходимо иметь оборудование для их систематических тренировок перед полетами. Это обуславливает актуальность данной работы.

**Основные тезисы:**

Обычный человек может выдерживать перегрузки до 15g около 3–5 секунд без потери сознания, а при перегрузке от 20–30g и более человек может выдерживать без потери сознания не более 1–2 секунд в зависимости от величины перегрузки. Однако порог работоспособности при длительном периоде воздействия гравитации ниже. Известны технические решения, например, патент №2007347 «Имитатор гравитации космонавта» [1], которое предусматривает улучшение кинематики космонавта при горизонтальном перемещении за счет поджатия к опорной поверхности. На практике тренировка в условиях переменной гравитации обеспечивается за счет применения центрифуг или погружения человека в жидкость. Эти и иные способы, например [4], позволяют лишь частично воспроизвести некоторые изменения в функциях организма, возникающие при невесомости. Все эти решения дороги и неудобны в использовании.

Разработанное устройство состоит из нескольких составляющих: платформа на роликах, рама для крепления силовых элементов, эластичные жгуты, динамометр натяжения жгутов, блоки для размещения жгутов и механизм их натяжения.

Принцип действия: имитатор гравитационных условий использует в своей работе метод компенсации части веса тела испытуемого упругими силами гибкого подвеса (набор резиновых жгутов). Для настройки усилия натяжения предусматривается механизм регулировки и измерения силы натяжения упругих элементов для имитации перегрузки (гравитация больше земной), имеется возможность изменить направление силы натяжения жгутов. За счет неравномерного распределения силы натяжения жгутов в условиях гравитации имитируются только приблизительно. Расчетное значение силы натяжения жгутов вычисляется с учетом имитируемой гравитации и веса испытуемого. Платформа на роликах дает возможность совершать горизонтальные движения (ходьба, переноска грузов).

Для реализации предложенного имитатора была разработана конструкция, обоснован метод компенсации веса, выполнены расчеты сечения, количества и длины упругих элементов, экспериментально определен коэффициент упругости для предполагаемых к использованию жгутов. Разработаны чертежи устройства и методика его применения. Для расчета фактических значений параметров гравитации на объектах Солнечной системы была разработана компьютерная программа. При ее работе использовались современные астрономические данные [2,3] из научно-технических источников: средняя плотность планет, их средний радиус и гравитационная постоянная. Преимущества разработанного имитатора – более простое и дешевое решение для обеспечения перегрузок или пониженной гравитации для тренировки космонавтов. К недостаткам можно отнести неполную имитацию условий гравитации, наличие погрешности.

**Заключение, результаты или выводы:**

На основе анализа технической литературы и патентного поиска в предметной области исследования, проведено обоснование выбора темы работы, анализ актуальности и разработаны функциональные требования к установке. Выявлены основные недостатки существующих решений. Проведены исследования по имеющимся научным данным в астрономических источниках. Определены расчетные зависимости для гравитационных условий на объектах Солнечной системы. Выполнены расчеты условий гравитации для основных объектов (планеты, спутники планет). Для расчета фактических значений параметров имитации с учетом гравитации на заданном объекте Солнечной системы и веса космонавта, была разработана компьютерная программа. Проведены экспериментальные работы по определению коэффициента упругости резиновых жгутов и сделан расчет конструкции гибкого подвеса испытателя. Разработаны конструкция установки, включая подвижную платформу, гибкие подвесы и механизм регулирования их натяжения, а также необходимые схемы и чертежи.

**Список использованной литературы:**

1. Патент №2007347 «Имитатор гравитации космонавта». Автор Князев Александр Николаевич.
2. P.K.Seidelmann (chair), V.K.Abalakin et al., Report of the IAU / IAG Working Group on cartographic coordinates and rotational elements of the planets and satellites: 2000. Celestial Mechanics and Dynamical Astronomy, 2002, 82(1), p. 83-111.
3. T.Fukushima. System of astronomical units and constants. IAU – WGRS / SGAC, 1990, Circ. 13.
4. Зотов А.Н., Валеев А.Р. Создание искусственной силы тяжести при помощи колебательных систем, имеющих силовые характеристики с участками квазиулевого жесткости. Российский журнал биомеханики. Издательство: Пермский национальный исследовательский политехнический университет Том:18, Номер:2, 2014, с. 168-183

## Методическое пособие по доработке двигателя ЦСТКАМ-2,5К

Пустовой Дмитрий Алексеевич

МБУДО «Станция юных техников»

Волгодонск

### Научный руководитель:

Засько Алексей Федорович

МБУДО «Станция юных техников»,

педагог дополнительного образования

**Ключевые слова:** доработка, двигатель ЦСТКАМ-2.5К, авиамоделирование, технология, ДВС.

### Аннотация:

Данная работа рассказывает об опыте доработки характеристик двигателя ЦСТКАМ-2,5К: картера, поршня, шатуна и т.д. до характеристик современных аналогов. Пособие будет полезно всем педагогам, которые занимаются созданием летательных аппаратов с детьми.

*Всё новое – хорошо забытое старое.*

*Жак Пеше*

### Цель работы:

1. Продлить срок службы двигателя внутреннего сгорания (ДВС).
2. Частично форсировать ДВС, для того чтобы он не уступал современным аналогам.

### Введение:

Авиамоделирование – первая ступень воспитания не только будущих летчиков, но и будущих квалифицированных рабочих, инженеров, конструкторов, изобретателей и рационализаторов. Однако не все детские объединения, занимающиеся авиамоделированием, могут позволить себе купить новый двигатель (его стоимость сегодня составляет около 15 000 руб.), а двигатели типа ЦСТКАМ есть почти во всех авиамодельных кружках, поэтому данная методичка будет полезна всем педагогам, которые занимаются созданием летательных аппаратов с детьми.

### Основные тезисы:

В настоящее время купить качественный двигатель не представляется возможным по причине его высокой стоимости, а старые двигатели уже не соответствуют нынешним стандартам. ЦСТКАМ-2,5К – это двигатель старого советского образца с немалым сроком службы, и если его доработать, то его показатели будут не хуже современных.



**Заключение, результаты или выводы:**

В результате предложенной доработки вышеупомянутый двигатель улучшил следующие характеристики: обороты с 24 тыс. до 26 тыс., ресурс работы увеличится с 4 до 6 часов, что соответствует современным стандартам. Дешевизна данной разработки порадует все авиамодельные кружки России и поможет поднять авиамодельный спорт.

**Список использованной литературы:**

1. Жидков С. Секреты высоких скоростей кордовых моделей самолетов, М.: Изд-во ДОСААФ, 1972
2. Лебединский М.С. Лети, модель!, М.: Изд-во Книга по Требованию, 2012. – 160 с.
3. Микиртумов Э.Б. Авиационный моделизм. Изд-во ДОСААФ, М., 1956
4. Скобельцын В.С. Как построить летающую модель самолета с бензиновым моторчиком. М.: Изд-во Детгиз, 1950 [5] Киселёв Б.А. Модели воздушного боя. М.: Изд-во ДОСААФ, 1981

## Пилотируемая экспедиция на Марс

*Плетнев Егор Евгеньевич*

*МБУДО «Станция юных техников»*

*Волгодонск*

**Научный руководитель:**

*Бильченко Александр Константинович*

*МБУДО «Станция юных техников»,*

*педагог дополнительного образования*

**Ключевые слова:** космос, Марс, пилотируемая экспедиция, траектория полёта, космонавтика

**Аннотация:**

Марс – самая благоприятная для проживания человека планета после Земли, и поэтому я предлагаю вашему вниманию работу, посвящённую экспедиции туда. Здесь будут рассмотрены такие стороны путешествия, как траектория полёта, жизнеобеспечение экипажа и наиболее интересная и важная информация, которую мы сможем получить.

*Земля – колыбель разума, но нельзя вечно жить в колыбели.*

*К. Э. Циолковский*

**Цель работы:**

Оценить несколько разных траекторий полёта на Марс, составить предварительный план исследовательской работы на планете, примерные характеристики корабля и предложить наиболее подходящую программу экспедиции.

**Введение:**

Уже долгое время главные умы планеты задаются вопросом: «Долго ли ещё человечество сможет жить на Земле?». Благодаря быстро развивающимся технологиям, в частности медицине, население нашей планеты достаточно быстро растёт, и рано или поздно людям будет сложно всем вместе уживаться на ней. В связи с этим остро встаёт проблема колонизации других планет и звёздных систем. Наилучшим кандидатом в этой области является Марс. Начало уже было положено, беспилотные аппараты и зонды выходили на орбиту этой планеты и спускались на её поверхность. Следующий этап на пути к полноценной колонизации – отправка туда корабля с экипажем. В работе будут рассмотрены траектории полёта к планете и обратно, проблемы, связанные с жизнеобеспечением экипажа во время экспедиции, краткое описание научной программы.

**Основные тезисы:**

Особый интерес на Марсе представляют такие геологические образования, как расщелины, потому что все аппараты, ранее проводившие исследования на планете, не спускались в пещеры и другие труднодоступные места. Также во время экспедиции мы сможем провести наблюдения за психологическим состоянием членов экипажа, изучить поведение растений при выращивании их на Марсе в земной, местной и смешанной почве, и провести геолокацию перспективных для добычи ресурсов мест. Всё это в будущем очень поможет человечеству в колонизации Красной планеты.

Проделав вычисления, я получил следующее: существуют различные виды траекторий полётов по маршруту Земля-Марс. Первый вид – гомановская. Она самая долгая, но самая энергетически эффективная. Если мы выбираем такую траекторию для полёта и туда, и обратно, то общее время экспедиции будет близко к 3 годам.

Второй рассмотренный мной вид траекторий на 6% энергозатратнее, но позволяет сократить время пребывания в космосе приблизительно на 200 дней, а общее время экспедиции примерно на 100 дней. Такой эффект получается из-за того, что окна старта и финиша в обоих случаях находятся очень близко. Но сокращение времени пребывания в космосе позволит уменьшить вес радиационной защиты. Рассмотрим это подробнее.

Максимальная доза, которую астронавт может получить без вреда для здоровья, равна 200 миллизивертам [1], а в космосе человек получает в год 700. Если экипаж будет проводить четверть всего времени без защиты (ежедневные тренировки, техобслуживание, ремонт), то общая доза в год всё равно не должна превышать 200 миллизиверт, следовательно, мы должны рассчитать, сколько миллизиверт в год человек будет получать в защищённом отсеке.  $700 \cdot 0,25 + X \cdot 0,75 = 200$ , из этого следует, что  $X = 33$ .

Т.к. на Земле в год доза облучения космическим ионизирующим излучением равна 0,2 миллизиверта [2, с. 40], а в специальном отсеке 33, следовательно, защита должна быть в 165 раз меньше, чем земная атмосфера. Атмосферное давление на Земле равно 104 Кпа, это равносильно 10,61 метрам воды. Т.к.  $p = (\rho_0)gh$   $104000 = 1000 \cdot 9,8 \cdot X$   $X = 104000 / 1000 \cdot 9,8 = 10,61$  м  $10,61 / 165 = 0,064$  м = 64 мм.

Т.к. спускаемая часть корабля, предположительно, – полусфера, то мы можем радиационную защиту в ней сделать из воды, которую будут употреблять космонавты. За радиус внутреннего помещения возьмём 1,5 метра, этого должно

хватить для размещения коек для 3 космонавтов и научного оборудования (места для управления дронами и иными исследовательскими аппаратами и оборудование для проведения разнообразных анализов). После вычислений получим, что объём внутренней полусферы равен 7,06 кубических метров, а объём радиационной защиты (ёмкости с водой) 0,952 кубических метра. С учётом очищения и повторного использования такого количества должно хватить на 3 членов экипажа на всю экспедицию, а также на выращивание растений на Марсе.

Вторым важным ресурсом для поддержания жизнедеятельности экипажа является пища. В настоящий момент дневной рацион космонавта на МКС составляет 3200 килокалорий [3]. Масса этой пищи в среднем составляет 5,5 килограмм [4]. Следовательно на путь туда и обратно понадобится 5,5 тонн. А во время пребывания на поверхности Марса экипаж корабля сможет самостоятельно выращивать пищу в надувных отсеках.

Последним необходимым ресурсом является кислород. Его мы сможем получать из углекислого газа с помощью фильтрации. Таким образом, мы имеем возможность отправить людей в продолжительную (2-3-летнюю) экспедицию на Марс с использованием уже существующих технологий.

#### **Заключение, результаты или выводы:**

Помимо приведённых выше расчётов, на конференции я планирую представить подробную исследовательскую программу экспедиции, включая варианты места посадки, эскизный проект корабля, включающий в себя описание спускаемого модуля, двигательной установки и ракет-носителей, способных вывести данную конструкцию на отправную точку – орбиту Земли.

#### **Список использованной литературы:**

1. Допустимые дозы облучения для человека [Электронный ресурс], URL: <http://fb.ru/article/252776/dopustimyie-dozyi-oblucheniya-dlya-cheloveka>
2. Атомная электростанция – источник энергии 21 века: методическое пособие для системы общего среднего и начального профессионального образования – Ростов-на-Дону, 2008.
3. Космическая еда [Электронный ресурс], URL: <http://www.novate.ru/blogs/030414/25931>
4. Что едят космонавты в космосе [Электронный ресурс], URL: <http://spacegid.com/pitanie-kosmonavtov-v-kosmose.html>
5. Когда можно лететь на Марс? [Электронный ресурс], URL: <http://marsmeta.narod.ru/mars/condition.htm>

## Разработка системы посадки БПЛА на мобильную платформу

*Табит Аля Раидовна*

*ГБОУ гимназия № 159,*

*ГБНОУ «СПБ ГДТЮ», Юношеский клуб космонавтики им. Г.С. Титова*

*Санкт-Петербург*

### **Научные руководители:**

*Жуковская Наталья Валерьевна, Грачев Герман Александрович*

*ГБНОУ «СПБ ГДТЮ», педагоги дополнительного образования*

**Ключевые слова:** Мобильная платформа, БПЛА, система торможения, конструкция системы посадки

### **Аннотация:**

Рассматриваются необходимые требования для разработки системы посадки беспилотного летательного аппарата (БПЛА) на мобильную платформу. В работе обозначены необходимые требования к созданию мобильной платформы. Предлагается свой вариант решения данного вопроса в соответствии с необходимыми требованиями конструкции.

### **Цель работы:**

Разработка системы посадки беспилотного летательного аппарата (БПЛА) на мобильную платформу в не предназначенной для посадки местности.

### **Введение:**

Для осуществления безопасной и успешной посадки БПЛА на мобильную платформу необходимо изначально обозначить основные технические требования к системе посадки и посадочной платформе в целом: мобильность системы, обеспечение надежной посадки БПЛА без повреждений, износостойкость конструкции при различных погодных условиях и простота использования.

### **Основные тезисы:**

Разрабатываемый комплекс системы посадки включает в себя элемент зацепления на борту БПЛА и мобильную платформу.

Мобильная платформа представляет собой объединенные одним конструктивом:

- радиомаяки (для определения положения посадочного устройства), находящиеся на стойках платформы;
- систему торможения БПЛА;
- поверхность, на которую приземляется БПЛА.

Рассмотрим каждую из вышеперечисленных подсистем подробнее.

Элемент зацепления на борту БПЛА. Элемент зацепления обеспечивает захват БПЛА наземной системы торможения, расположенной на мобильной платформе. В качестве элемента зацепления на борту БПЛА, предлагается использовать тормозной гак, причем узел соединения гака с БПЛА должен обеспечивать вращение

вокруг оси Y (перпендикулярной плоскости посадки). Это предотвратит опрокидывание БПЛА.

**Мобильная платформа.** Создание мобильной посадочной платформы необходимо для осуществления безопасной посадки БПЛА на неподготовленный участок местности. Основные требования к мобильной платформе это: мобильность, износостойкость, простота использования, масштабируемость. Базовая конструкция. Платформа имеет форму правильной шестиугольной призмы и два состояния: транспортное (сложенное) и рабочее (разложенное). В транспортном состоянии платформа представляет из себя правильную шестиугольную призму высотой два метра и радиусом описанной окружности один метр. Стойки конструкции стянуты тросом между собой для придания дополнительной жесткости конструкции и фиксации ее положения. В рабочем состоянии платформа приобретает высоту один метр, а радиус описанной окружности шесть метров. Стойки соединены с центром конструкции с помощью ножничных элементов. Преимущество выбранной конструкции заключается в равномерном распределении нагрузки и в обеспечении устойчивого положения при торможении БПЛА.

**Система торможения.** Система торможения, расположенная на мобильной платформе, должна обеспечивать гашение основной части кинетической энергии. Для осуществления такого торможения была предложена следующая конструкция. Тормозной трос натянут между двумя соседними стойками, при этом трос уходит в трубы стоек. На концах троса закреплен комплект последовательно расположенных шаров. При вытягивании троса из трубы, в которой он находится, шары преодолевают упругие зажимы. Таким образом кинетическая энергия БПЛА, вытягивающего трос при торможении, рассеивается. Помимо торможения с минимальной перегрузкой, такая система позволит после посадки с помощью все того же троса вытянуть к краю платформы БПЛА и снять его.

**Поверхность приземления.** Поверхность предназначена для окончательной остановки БПЛА. К поверхности, на которую будет осуществляться приземление БПЛА, предъявляются следующие требования: прочность полотна, обеспечение полного гашения кинетической энергии БПЛА. Было предложено использовать в качестве материала для такой поверхности плетеную сетку, т.к. такая структура обладает наилучшими прочностными показателями. Полотно предполагается натянуть по периметру шестиугольника и закрепить пружинами на стойках таким образом, чтобы тормозной трос находился выше уровня поверхности приземления.

**Радиомаяки посадки.** С помощью радиомаяков БПЛА осуществляет заход на посадку. С радиомаяков БПЛА получается информация о своем местонахождении, пеленг и угол, под которым необходимо заходить на посадку. Радиомаяки установлены с двух сторон на боковых противоположных стойках мобильной платформы.

**Функционирование системы посадки**

Таким образом, можно выделить три основных этапа в работе системы:

1. Заход на посадку. Обеспечивается бортовой аппаратурой БПЛА и радиомаяками, установленными на мобильной платформе.
2. Посадка. БПЛА движется со скоростью  $\sim 15$  м/с. Гашение основной части кинетической энергии осуществляется за счет зацепления гака за натянутый трос системы торможения. Так как трос связан с устройством, которое рассеивает кинетическую энергию, торможение происходит равномерно, при этом БПЛА испытывает минимальную перегрузку.

3. Приземление. Полная остановка БПЛА осуществляется за счет опускания БПЛА на полотно. Тросовая система торможения обеспечивает гашение горизонтальной составляющей скорости. После чего БПЛА начинает в основном вертикальное движение. Полотно обеспечивает перераспределение всей кинетической энергии в потенциальную энергию растяжения пружин, с помощью которых это полотно закреплено. Именно таким образом обеспечивается мягкая посадка при касании БПЛА поверхности приземления.

**Заключение, результаты или выводы:**

Подводя итог всему вышесказанному, можно утверждать, что предложенная конструкция обеспечит надежную посадку БПЛА, удовлетворив при этом все выше предъявленные требования.

**Список использованной литературы:**

1. <http://www.findpatent.ru/patent/225/2251515.html>
2. <http://www.fresher.ru/2016/12/14/kak-proisxodit-posadka-samoletov-na-avianosec/>
3. <https://dxdt.ru/2008/06/03/1442/>
4. Шаров С.Н. Посадка беспилотных летательных аппаратов на суда : проблемы и решения // С-Пб: Изд-во Судостроение, 2014, С.192

## **Учебно-демонстрационный стенд для исследования мехатронного модуля спутника АнСат**

*Садовой Дмитрий Дмитриевич*

*ГБОУ СОШ № 106, ГБОУ «СПЮ ГДТЮ»,*

*Юношеский клуб космонавтики им. Г.С. Титова*

*Санкт-Петербург*

**Научный руководитель:**

*Жуковский Валерий Филиппович*

*ГБОУ «СПБ ГДТЮ», педагог дополнительного образования*

**Ключевые слова:** демонстрационный стенд, мехатроника, спутник, группировка спутников, роспуск, управление, энкодер

**Аннотация:**

В работе исследуется соответствие мехатронной системы группировки спутников АнСат сформированным для проекта требованиям. Происходит выявление и исправление ошибок, а также рассматриваются возможные варианты их решения.

**Цель работы:**

Выявление и исправление ошибок мехатронного модуля группировки спутников АнСат при помощи демонстрационного стенда.

**Введение:**

Базовая комплектация группировки спутников АнСат, выбранная для создания демонстрационного стенда, состоит из семи спутников, связанных механическими связями равной длины. Основной проблемой является неравномерный роспуск группировки. Данное явление возникает вследствие использования весьма несовершенной системы управления связями, главным недостатком которой является отсутствие возможности измерения длины связи.

**Основные тезисы:**

Основные положения. Модуль – тело, состоящее из жёсткого каркаса, к которому крепится часть оборудования проекта. Спутник – совокупность жёстко соединённых модулей. Группировка спутников – совокупность спутников, связанных механически, энергетически и информационно.

Требования к группировке и мехатронной системе. Одним из требований к группировке является компактное расположение группировки в транспортном состоянии. Так же следует отметить, что роспуск группировки в рабочее состояние с помощью мехатронной системы должен происходить равномерно. Группировка должна обладать возможностью добавления в нее новых спутников (масштабируемость) и возможностью изменения длины связей. Обязательным требованием для мехатроники является однотипность модулей.

В работе предлагается решение проблемы неравномерного роспуска при помощи альтернативной системы управления. Для функционирования данной системы необходим новый алгоритм, а также устройство, измеряющее длину выпущенной ленты, также разрабатываемое в ходе работы.

**Заключение, результаты или выводы:**

Создан демонстрационный стенд, на котором выявлены проблемы в работе конструкции мехатронного модуля, отвечающего за роспуск группировки. Проблемы были решены при помощи альтернативной системы управления группировкой. Разработано устройство, измеряющее длину выпущенной ленты при помощи энкодера.

**Список использованной литературы:**

1. Беленький И.М. Введение в аналитическую механику. М.: Высш. Школа, 1964
2. Баринов К.Н., Бурдаев М.Н., Мамон П.А. Динамика и принципы построения орбитальных систем космических аппаратов. – М.: Машиностроение, 1975.

## Создание учебно-демонстрационного стенда для моделирования посадки БПЛА на мобильную посадочную платформу

Любимов Даниил Александрович

ГБОУ гимназия № 540, ГБОУ «СПБ ГДТЮ»,  
Юношеский клуб космонавтики им. Г.С. Титова  
Санкт-Петербург

### Научные руководители:

Жуковский Валерий Филиппович, Летовитез Александр Евгеньевич  
ГБОУ «СПБ ГДТЮ», педагоги дополнительного образования

**Ключевые слова:** БПЛА, авиасимулятор, X-Plane, навигация, алгоритм посадки, заход на посадку.

### Аннотация:

В работе рассмотрена методика использования и взаимодействия авиасимулятора X-Plane и беспилотного летательного аппарата (БПЛА). Основное содержание исследования составляет описание алгоритма захода на посадку с использованием данных двух радиомаяков.

### Цель работы:

Разработка алгоритма автоматической посадки БПЛА, основанного на данных, полученных из авиасимулятора X-Plane на пеленге и курсовом угле радиостанции.

### Введение:

В последнее время стремительно растет интерес к беспилотным летательным аппаратам (БПЛА), в том числе самолетного типа. С помощью БПЛА можно решать ряд различных задач: разведка и мониторинг местности (наземных объектов), разведка воздушных целей, поиск баллистических целей (ракеты), радиационная, химическая и биологическая разведка, радиотехническая разведка (создание радиопомех, перехват сообщений и данных), а так же транспортировка различных грузов.

### Основные тезисы:

Симулятор-Plane – авиационный симулятор, разрабатываемый фирмой Laminar Research. Один из самых популярных симуляторов в мире, сертифицированный Федеральной администрацией по авиации США для подготовки реальных пилотов. Отличается от других симуляторов применением «Теории элемента лопасти», по которой каждый элемент самолета разбивается на небольшие подэлементы, и для каждого из них подсчитываются действующие аэродинамические силы. Затем все они складываются, и получается общий результат.

В X-Plane содержится более 4000 различных параметров полета. Чтобы получать и отправлять нужные данные, надо извлечь эти параметры из симулятора. Для этого используется плагин dataref и программа Air manager. Air manager – программа для работы с авиасимуляторами, параметрами полета и визуализации приборов.



Для разработки алгоритма посадки нас интересуют следующие параметры:

Рыскание – `sim/joystick/yoke_yaw_ratio`

Руль направления – `sim/joystick/yoke_heading_ratio`

Крен – `sim/joystick/yoke_roll_ratio` throttle – `sim/cockpit2/controls/engine_throttle_request`

Пеленг – `sim/cockpit2/radios/indicators/adf1_bearing_deg_mag`

КУР – `sim/cockpit2/radios/indicators/adf1_relative_bearing_deg_mag`

В работе рассматривается вариант посадки по двум радиомаякам. Предлагается использовать в качестве места посадки мобильную шестигранную платформу радиусом 12 метров. Радиомаяки предполагается располагать по краям платформы.

Приводной радиомаяк (ПРМ) – наземный радиопередатчик ненаправленного излучения, размещённый в точке с известными координатами и предназначенный для определения курсового угла воздушного судна.

Пеленг – угол, заключенный между северным направлением магнитного меридиана и направлением на радиостанцию по часовой стрелке.

КУР – угол между осью самолета и направлением на радиостанцию.

Данный вариант захода сильно отличается от простого авиационного. Заход на посадку состоит из четырех этапов:

1. Получение сигнала с радиомаяков.
2. Пролет над ПРМ2, определение пеленга ПРМ1 в момент пролета над ПРМ2.
3. Определение точки разворота.
4. Разворот и выход на посадочную прямую.

В работе приведен алгоритм расчета точки разворота. Радиус разворота БПЛА, летящего со скоростью 15 м/с, – 64 метра.

### **Заключение, результаты или выводы:**

Данная система посадки способна работать автономно, не требует данных о ветре, сносе, курсовом расположении платформы, достаточно только сигналов, полученных с маяков.

### **Список использованной литературы:**

1. М.А Черный «Воздушная навигация» учебник для средне-специальных учебных заведений ГА . Москва, Транспорт 1991г.
2. М. И. Лебедев «САМОЛЕТОВОЖДЕНИЕ» учебное пособие для летчиков и штурманов ГА. Ставрополь, 1993

## Центр связи с космическими аппаратами. Подбор и настройка ПО

*Слоква Алексей Викторович*

*ГБОУ СОШ № 197, ГБОУ «СПБ ГДТЮ»,*

*Юношеский клуб космонавтики им. Г.С. Титова*

*Санкт-Петербург*

### **Научные руководители:**

*Жуковский Валерий Филиппович, Рыжиков Дмитрий Михайлович*

*ГБОУ «СПБ ГДТЮ», педагоги дополнительного образования*

**Ключевые слова:** радиотехника, АнСат, ПО, Центр связи с космическими аппаратами, модуляция.

### **Аннотация:**

В данной работе рассказывается о разработке Центра связи с космическими аппаратами (ЦССКА), который является важным звеном в проекте Юношеского клуба космонавтики «АнСат». ЦССКА будет осуществлять связь с группировкой спутников «АнСат». В докладе рассматриваются задачи и их решения, необходимые для достижения цели.

*«О, сколько нам открытий чудных готовит просвещения дух, и опыт,  
сын ошибок трудных, и гений, парадоксов друг».*

*А. С. Пушкин*

### **Цель работы:**

Организация работы Центра связи с космическими аппаратами в проекте «АнСат»

### **Введение:**

В рамках научно-технического образовательного проекта «АнСат» разрабатывается спутниковая группировка. Центр связи с космическими аппаратами (ЦССКА) является важным звеном проекта, т. к. с помощью него планируется осуществлять связь с группировкой спутников «АнСат». ЦССКА будет получать информацию, расшифровывать ее и передавать в Центр управления стандами.

### **Основные тезисы:**

Для того, чтобы принять радиосигнал со спутника, необходима направленная антенна. Она принимает только с определенной стороны, что уменьшает количество помех. В ЮКК установлены 2 направленные антенны (145 МГц и 430 МГц).

Однако спутник по небесной сфере движется и поэтому может выйти за пределы зоны приема антенны. Для того чтобы спутник постоянно находился в зоне приема антенны, необходимо антенну постоянно направлять в сторону спутника, именно этим и занимается поворотное устройство антенны. Оно получает данные о нахождении спутника исходя из его траектории.

Также, из-за того, что спутник движется с большой скоростью (~8 км/с), то возникает эффект Доплера. Эффект Доплера – это изменение частоты волны при движении источника волны относительно наблюдателя [2]. Это усложняет работу со спутником, необходимо постоянно корректировать частоту, чтобы минимизировать влияние этого эффекта. В нашем проекте эти функции выполняет программа «Orbitron». Она способна, используя кеплеровские углы, составить траекторию движения спутника, исходя из которой вычисляется его нахождение на небесной сфере и происходит вычисление сдвига частоты из-за эффекта Доплера.

Радиосигнал, во время его приема, демодулируется, после чего мы имеем низкочастотный сигнал в слышимом диапазоне. Когда этот сигнал получен, его необходимо преобразовать в текст для дальнейшей обработки. Чтобы это сделать необходимо знать, как закодирован сигнал. Планируется, что в проекте «АнСат» будет использоваться CW модуляция. CW модуляция – это амплитудная модуляция с возможными значениями амплитуды 100% (ключ замкнут) и 0% (ключ разомкнут). В этой модуляции есть только символ «-» и «.» и обозначаются они длительностью сигнала «.» [1]. Для того, чтобы расшифровать этот сигнал с такой модуляцией необходима программа, распознающая «.» и «-» в нем и преобразующая их в текст с помощью азбуки Морзе. В качестве такой программы мы использовали «MultiPSK», это единственная, обнаруженная нами программа, способная работать в автоматическом режиме.

В тоже время нужно из текста получить готовые параметры. Для этого мы создали собственную программу на основе программной платформе NodeJS с надстройкой NodeRED. Эта программа на основе таблицы соответствия параметра и его положения в пакете со спутника разбирает пакет на параметры и преобразует их в десятичную систему (чаще всего параметры со спутника передаются в шестнадцатеричной системе счисления). После этого данные передаются в Центр управления стендами.

Изначально в ЦССКА была реализована только возможность антенн следовать за спутником. Все остальное ПО найдено, установлено и настроено самостоятельно.

### **Заключение, результаты или выводы:**

В итоге работу ЦССКА можно разбить на следующие этапы:

1. Расчет положения спутника на небесной сфере и преследование его поворотным устройством антенны.
2. Расчет эффекта Доплера и его корреляция.
3. Демодуляция радиосигнала в низкочастотный сигнал.
4. Расшифровка низкочастотного сигнала с помощью азбуки Морзе (преобразование в текст).
5. Определение значения каждого параметра с помощью таблицы соответствия параметра и его положения в пакете со спутника.

Для того, чтобы протестировать ЦССКА мы использовали спутники серии «NOAA», а также спутник «SEEDS II».

В результате тестирования были приняты снимки со спутников NOAA. Тем самым мы протестировали ПО для преследования спутника и смещения частоты (эффект Доплера), трансивер и антенну с частотой приема ~145 МГц.

Также был принят и расшифрован CW сигнал со спутника SEEDS II, тем самым была протестирована антенна с частотой приема ~430 МГц, ПО для расшифровки CW модуляции, а также собственное ПО для его обработки.

**Список использованной литературы:**

1. Модуляция [Электронный ресурс] : Гражданская радиосвязь. – Электрон. Текст. Дан. – Режим доступа : <http://27kb.ru/zou.php?article=8&f=300>. – Рус. Язык.
2. Эффект Доплера [Электронный ресурс] : Академик. – Электрон. Текст. Дан. – Режим доступа : <https://dic.academic.ru/dic.nsf/ntes/1495/ДОПЛЕРОВСКИЙ>. – Рус. Яз.

**Крупногабаритные конструкции на базе спутника АнСат**

*Купорова Мария Андреевна*

*БГТУ «Военмех», ГБНОУ «СПБ ГДТЮ»,*

*Юношеский клуб космонавтики им. Г.С. Титова*

*Санкт-Петербург*

**Научный руководитель:**

*Жуковский Валерий Филиппович,*

*ГБНОУ «СПБ ГДТЮ», к.т.н., педагог дополнительного образования*

*Кислицкий Михаил Иванович*

*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,*

*к.т.н., научный сотрудник*

**Ключевые слова:** крупногабаритные космические конструкции (КГК), космический аппарат распределённой конструкции (КА РК), космическая платформа (КП), спутник АнСат, устойчивость, жёсткость.

**Аннотация:**

В рамках данной работы предлагается создание космического аппарата распределённой конструкции (КА РК), необходимого для создания крупногабаритных антенн, солнечных батарей, размещения распределённых приемников и т.д. В создании таких КГК при текущем уровне развития космических технологий возникает множество трудностей и вопросов. Работа призвана рассмотреть и решить некоторые из них.

**Цель работы:**

Рассмотреть вопросы создания устойчивого и жёсткого КА РК на базе спутника АнСат.

**Введение:**

АнСат – это специализированный спутник, который обеспечивает распределённую крупногабаритную конструкцию системой роспуска и реконфигурации. КА может быть снабжен дополнительными модулями, такими как: солнечный парус, техника ДЗЗ, система связи и прочее. Дополнительные модули могут как входить в состав спутника АнСат, так и относиться к КА.

**Основные тезисы:**

Предполагается, что КА состоит из космических платформ (КП), объединённых связями в виде стержней, развёртываемых в космосе. Таким образом, космическая платформа в виде АнСата является базовым элементом КА РК. В свою очередь КА РК представляет собой многоугольную пространственную конструкцию, в угловых точках которой расположены малые КП. В качестве малых КП взяты одинаковые взаимозаменяемые модули АнСат. В данной работе ставятся вопросы о весе, площади поверхности, объеме, жесткости и устойчивости КА РК на базе конструкции спутника АнСат, а также способах их применения.

**Заключение, результаты или выводы:**

Представлена идея КА РК на базе спутника АнСат, а также обозначены задачи, возникающие при создании такого КА.

**Список использованной литературы:**

1. Кислицкий М.И. «Предложение по созданию экспериментального космического аппарата распределенной конструкции и его испытанию в космическом эксперименте»

## **Беспилотный летательный аппарат, выпускаемый из транспортного контейнера**

*Шарова Анна Кирилловна*

*ГБНОУ «СПБ ГДТЮ»*

*Санкт-Петербург*

**Научные руководители:**

*Лукас Анна Вильямовна, Матвеев Александр Альбертович*

*ГБНОУ «СПБ ГДТЮ», педагоги дополнительного образования*

**Ключевые слова:** БЛА (беспилотный летательный аппарат), «утка», катапульта, контейнер, мониторинг.

**Аннотация:**

В данной работе представлено исследование складных БЛА и результаты по созданию данной модели. При подготовке беспилотного летательного аппарата к полету требуется много времени на его сборку и подготовку.

*«Один опыт я ставлю выше, чем тысячу мнений, рожденных только воображением».*

*Михаил Васильевич Ломоносов*

**Цель работы:**

Найти оптимальную конструкцию беспилотного летательного аппарата, который можно выпускать из транспортного контейнера, используя его как стартовую площадку (катапульту).

**Введение:**

Складных самолетов, выпускаемых из транспортных контейнеров, крайне мало. Они, в основном, относятся к классическому типу конструкции. Летательный аппарат такой конструкции был изготовлен и проведены летные испытания, которые показали недостаточную управляемость по каналу высоты, что в совокупности со сложной схемой сложения крыла делает данную схему сложнореализуемой.

**Основные тезисы:**

Второй тип конструкции («утка») практически в мире не применяется, хотя мы считаем его самым удобным для сложения и старта из контейнера. Модель была выполнена на базе первого варианта модели классического летательного аппарата. После изготовления летательного аппарата были проведены летные испытания, которые показали неудовлетворительный результат. После доработки и модернизации модели мы добились положительных результатов: данная модель была успешно выпущена из контейнера-катапульты.

**Заключение, результаты или выводы:**

Мы определились с оптимальной конструкцией летательного аппарата, выпускаемого из транспортного контейнера-катапульты. Модель была облетана под управлением автопилота с запуском из контейнера. В настоящее время модель готова к использованию. Аппарат требует минимального времени для подготовки к полету. Его эксплуатация возможна в различных погодных условиях. Наличие автопилота делает модель простой в управлении. Разработанный аппарат может быть использован в сельском хозяйстве для мониторинга состояния посевов или экологическими службами, МЧС для мониторинга различной местности.

**Список использованной литературы:**

1. Василин Н.Я., Беспилотные летательные аппараты. М.: Попурри, 2003. С. 272.
2. Ганин С.М., Беспилотные летательные аппараты. М.: Просвещение, 2008. С. 160.
3. Рэндал Б., Малые беспилотные летательные аппараты. Теория и практика». М.: Техносфера, 2015. С. 312.

## Модель конвертоплана на основе планера F3J

Шаров Антон Кириллович

ГБНОУ «СПБ ГДТЮ»

Санкт-Петербург

### Научные руководители:

Лукас Анна Вильямовна, Матвеев Александр Альбертович

ГБНОУ «СПБ ГДТЮ», педагоги дополнительного образования

**Ключевые слова:** Планер, F3J, конвертоплан, БЛА (беспилотный летательный аппарат)

### Аннотация:

В данной работе рассматривается построение гибридного беспилотного летательного аппарата, удобного в применении и не требующего больших затрат. В современных условиях наблюдается стремительный рост заинтересованности в применении авиационной беспилотной техники, но возникает ряд проблем – необходимость в аэродроме для взлёта и посадки для планера.

*«Из наблюдений устанавливать теорию, через теорию исправлять наблюдения – есть лучший всех способ к изысканию правды»,*

*Михаил Васильевич Ломоносов*

### Цель работы:

Цель – создание гибрида летательного аппарата, состоящего из учебного планера F3J и квадрокоптера, который взлетает вертикально в режиме квадрокоптера, на определённой высоте поворачивает пластины с моторами, переходя в режим мотопланера.

### Введение:

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

1. Изучение подобных летательных аппаратов (ЛА),
2. Выбор схемы реализации проекта,
3. Создание прототипа.

На подготовительном этапе был изучен конвертоплан российского производства «Фрегат». Двухмоторная схема этого гибрида БЛА усложняет стабилизацию. Также для изготовления конвертоплана «Фрегат» используются дорогие технологии и материалы. Вывод – сложная конструкция и высокая стоимость изученного конвертоплана.

### Основные тезисы:

Изучив различные возможные варианты таких ЛА, я выбрал следующий: гибрид, который будет иметь два фиксатора, два режима положения пластин с моторами. Переходное состояние будет отсутствовать. Данная схема проста в реализации.

**Заключение, результаты или выводы:**

Использование созданных БЛА очень эффективно в разведывательных операциях, в спасательных работах, в туристической сфере и др.

**Список использованной литературы:**

1. Газета «Сарбаз» [Электронный ресурс] \ История и перспективы развития конвертопланов – обзор военной техники – Режим доступа <https://sarbaz.kz/ru/analytics/istoriya-i-perspektivy-razvitiya-konvertoplanov-162651050/>
2. Научная электронная библиотека [Электронный ресурс] \ Конвертопланы : История создания и перспектива развития [2000-2017] – Режим доступа <https://elibrary.ru/item.asp?id=27307610>
3. KarfidovLad.com [Электронный ресурс] \ Разработка конструкции конвертоплана – Режим доступа <https://karfidovlab.com/razrabotka-konstrukcii-konvertoplana>

**Мобильный Разведывательный Комплекс (МРК)**

*Богданов Алексей Михайлович*

*ГБНОУ «СПЮ ГДТЮ»*

*Санкт-Петербург*

**Научные руководители:**

*Лукас Анна Вильямовна, Матвеев Александр Альбертович*  
*ГБНОУ «СПБ ГДТЮ», педагоги дополнительного образования*

**Ключевые слова:** квадрокоптер, «невалышка», «дрон», сфера, беспилотный летательный аппарат

**Аннотация:**

Работа посвящена разработке мобильного разведывательного комплекса. Опыт более 4 лет в лаборатории беспилотных летательных аппаратов и увлечение страйкболом подтолкнуло меня к этой идее. Далее началось исследование данного вопроса и путей создания опытного образца МРК. Главный вопрос: как попасть квадрокоптеру в здание? Ответ не заставил себя долго ждать, необходимо было изготовить некий противоударный корпус.

*«Границ научному познанию и предсказанию предвидеть невозможно».*  
*Д.И. Менделеев*

**Цель работы:**

Разработка мобильного разведывательного комплекса.

**Введение:**

МРК представляет собой небольшую сферу, изготовленную из композитных материалов, внутри которой установлен беспилотный летательный аппарат (БЛА). Сфера разделена на 2 части так, чтобы при срабатывании часового механизма,



расположенного внутри сферы, вторая половина откидывалась в сторону, при этом сама сфера стоит на основной из своих частей. Устойчивость конструкции во время срабатывания механизма обеспечивается эффектом «неваляшка» путем заливки в нее свинца.

#### **Основные тезисы:**

На одной из тренировок возникла проблема, а именно заход в здание с улицы и дальнейшая его зачистка. А как узнать – есть ли боец противоположной стороны в комнате, через которую планируется вход? После чего в голову пришла идея. А что, если объединить тактические знания и малую авиацию, а именно комнатного квадрокоптера, который с помощью встроенной в него небольшой камеры будет передавать изображение в монитор.

#### **Заключение, результаты или выводы:**

Уникальность конструкции позволяет решить несколько проблемных вопросов. В итоге мы получаем тактического «дрона»-разведчика, который может использоваться в условиях ближнего боя в населенном пункте и не только.

#### **Список использованной литературы:**

1. Компания Слимфорт КСБ [Электронный ресурс] \ Мобильный комплекс мониторинга обстановки «Скорпион» Режим доступа – <https://stilsoft.ru/catalog/scorpion>
2. Информационный ресурс ВПК [Электронный ресурс] \ «Джеб» мобильный комплекс наземной разведки и радиоэлектронной борьбы. Режим доступа <https://vpk.name/video/v=139642>
3. Бюро Научно-технической информации [Электронный ресурс] \ Информационный разведывательный комплекс «Пластун» Режим доступа – <http://www.bnti.ru/des.asp?itm=6326&tbl 02.03.05>

## **Применение пушки Гаусса для безракетного запуска космических аппаратов**

*Лебедев Игорь Сергеевич*

*Санкт-Петербург*

#### **Научные руководители:**

*Березина Светлана Алексеевна, Куликов Дмитрий Дмитриевич*

*Факультет среднего профессионального образования, преподаватели*

**Ключевые слова:** пушка Гаусса, электромагнитный ускоритель масс, электричество, космос, траектория, орбита, Gauss gun, Gauss cannon

#### **Аннотация:**

Удешевление вывода грузов на орбиту является одной из важнейших целей развития космической отрасли. Существует ряд популярных, но на настоящем этапе развития техники и технологий, труднореализуемых проектов по запуску грузов

нерактивными способами: космический лифт, надувной лифт, пусковая петля, космический мост, воздушный старт, лазерная пушка и другие. Идея запуска объектов на орбиту с помощью пушки Гаусса, являющейся одной из разновидностей электромагнитного ускорителя масс, которая представлена в данном проекте, в настоящее время рассматривается представителями теоретических направлений как возможный метод безракетного запуска.

*«Невозможное сегодня станет возможным завтра»*

*К.Э. Циолковский*

### **Цель работы:**

Исследование возможности запуска объектов на орбиту с применением пушки Гаусса: изучение теоретической информации, создание физической и математической модели электромагнитной пушки, проверка её работоспособности, определение траектории движения запускаемых объектов при разных вариантах запуска.

### **Введение:**

Пушка Гаусса названа по имени немецкого учёного Карла Гаусса, заложившего основы математической теории электромагнетизма. Работа пушки основана на принципе индукции Карла Гаусса, когда объект, проходя через соленоид, на который подается ток, разгоняется за счёт возникающего магнитного поля. Использование пушки Гаусса связано с проблемами накопления энергии и образования импульсов. На основных принципах работы этой пушки и основана идея разработки пусковой установки, работающей на электричестве и запускающей малогабаритные объекты на околоземную орбиту.

### **Основные тезисы:**

При изучении различных способов безракетного запуска объектов на орбиту, наиболее перспективным представляется способ, при котором объект выстреливается за счёт электромагнитного ускорения, получая необходимую скорость, используя при этом для достижения орбиты минимум несомого на борту топлива, доставив при этом до заданной цели максимум груза. Запуск объекта в космическое пространство с помощью электромагнитной пушки, на мой взгляд, довольно выгодный способ, так как затрат при запуске намного меньше, чем при строительстве ракет. Основной статьёй расходов (естественно, при уже построенной пусковой установке) будут затраты на электроэнергию (с которой в современном мире, с развивающимися источниками альтернативной энергии проблем не будет) и сам спутник, поскольку на орбиту будет запускаться только полезный груз в защитной оболочке, отсутствуют ступени, которые используются для ракетного способа выхода в космос, сама установка будет оставаться на земле и ждать следующего цикла заряда-запуска.

Магнитный ускоритель состоит из соленоида (одного или нескольких), внутри которого находится ствол (как правило, из диэлектрика). В один из концов ствола вставляется снаряд (сделанный из ферромагнетика). При протекании электрического тока в соленоиде возникает магнитное поле, которое разгоняет снаряд, «втягивая» его внутрь соленоида. Но пролетев дальше середины катушки, он на-

чинает замедляться, так как катушка тянет его в обратном направлении. Но если в момент прохождения снаряда через середину соленоида отключить в нём ток, то магнитное поле исчезнет, и снаряд вылетит из другого конца ствола. Но при выключении источника питания в катушке образуется ток самоиндукции, который имеет обратное направление тока, и поэтому меняет полярность катушки. А это значит, что при резком выключении источника питания снаряд, пролетевший центр катушки, будет отталкиваться и получать ускорение дальше. Какие бы материалы не применялись, и какая бы конструкция не использовалась, принцип действия пушки остаётся постоянным.

Профессор Джорж Маис (George Maise) и профессор Джеймс Паувелл (James Powell), один из создателей устройств сверхпроводимой магнитной левитации, лауреат Медали Бенджамина Франклина 2002 года в области машиностроения, стали отцами орбитальной системы Startram. Startram предлагает ускорить беспилотный корабль с перегрузкой 30g через тоннель длиной 130 км. В идеале выход ствола должен располагаться на горной вершине высотой 6000 км, где запуск будет проводиться под углом 10 градусов на восток, что позволит получить дополнительную скорость от вращения земли со скоростью 8,78 км/с. Для уменьшения трения внутри трубки будет использована магнитная левитация.

В ходе нашей работы были выявлены следующие проблемы: низкий КПД установки (1-7% заряда конденсаторов переходят в кинетическую энергию снаряда), большой расход энергии (из-за низкого КПД), большой вес и габариты установки. Кроме того, с увеличением скорости объекта время действия магнитного поля, за время пролёта объектом соленоида, существенно сокращается, что приводит к необходимости не только заблаговременно включать каждую следующую катушку многоступенчатой системы, но и увеличивать мощность её поля пропорционально сокращению этого времени. Эти проблемы решаются использованием многоступенчатости, новых сверхпроводящих материалов, использованием новых конденсаторов большой ёмкости.

### **Заключение, результаты или выводы:**

В ходе исследования теоретических предпосылок возникла необходимость создания действующей физической модели пушки Гаусса: источником энергии является блок конденсаторов, соединённых параллельно, для придания импульса. В модели, изготовленной нами, используется трёхступенчатая система разгона объекта, в стволе установлены датчики для измерения скорости объекта и реализации последовательного включения катушек. Датчики подключены к микроконтроллерной платформе Arduino для реализации процесса управления пушкой Гаусса, а также индикации параметров на двухстрочном жидкокристаллическом дисплее. Также составлена математическая модель. Произведены все необходимые расчёты в программе MATLAB (автоматизация тестирования и измерений), определены основные характеристики, необходимые для расчёта траектории объекта, построены траектории для различных вариантов запуска.

### **Список использованной литературы:**

1. Гольдберг, О.Д. Электромеханика: учебник для студ. высш. учеб. заведений / О.Д. Гольдберг, С.П. Хелемская; под ред. О.Д. Гольдберга. – 2-е изд., испр. М.: Издательский центр «Академия», 2010. 512 с.

2. Байдаков, В.Б. Аэродинамика и динамика полета летательных аппаратов: учебник для учащихся авиационных техникумов/ В. Б. Байдаков, А. С. Клу-мов М.:Машиностроение. 1979. 344 с, ил. 3. Интернет-ресурс <http://www.gauss2k.narod.ru/>

## Ядерные двигатели – будущее космонавтики

Сорокина Ирина Виторовна

ГБОУ Лицей-интернат “Центр Одарённых Детей”

Нижний Новгород

### Научный руководитель:

Степанова Ольга Юрьевна

ГБОУ Лицей-интернат “Центр Одарённых Детей”, учитель физики

**Ключевые слова:** ракетный двигатель, сила тяги, удельный импульс, камера сгорания, число Циолковского, ТВЭЛ, реактор.

### Аннотация:

В данной работе рассматриваются: классификация, принцип работы и технические характеристики ракетных двигателей в общем и ядерных ракетных двигателей в частности.

*«Сначала неизбежно идут: мысль, фантазия, сказка. За ними шествует научный расчёт, и уже, в конце концов, исполнение венчает мысль».*

*К. Э. Циолковский*

### Цель работы:

Изучить принцип работы ядерного ракетного двигателя и узнать его развитие и перспективы в ближайшем будущем.

### Введение:

Бескрайние просторы космоса всегда притягивали умы и взоры человечества. С каждым годом в космос запускается всё большее количество различных аппаратов. Все они выводятся на околоземную орбиту космическими кораблями, основной частью которых являются ракетные двигатели. Ракетостроение быстро развивается вместе со всей космической отраслью. На данный момент в мире изобретено достаточно много ракетных двигателей, которые имеют различные конструкции, размеры, сферы применения, но совершенно одинаковый принцип работы – принцип реактивной тяги. В настоящее время широко известны и изучены химические ракетные двигатели. Поэтому я решила рассмотреть ближайшее будущее ракетного двигателестроения – ядерные ракетные двигатели.

### Основные тезисы:

Россия была и сейчас остается лидером в области космического двигателестроения. Уже имеется опыт проектирования, изготовления и экспериментальной

.....

эксплуатации на полигонах космических аппаратов, оснащённых ядерным источником энергии. Ядерный двигатель позволит многие годы эксплуатировать летательные аппараты, обеспечит защиту Земли от астероидно-метеоритной опасности и даст возможность людям летать к дальним планетам Солнечной системы. Он во многом превосходит существующие жидкостные и твердотопливные ракетные двигатели. Но и как часто бывает в жизни имеет определенные недостатки. Поэтому мою работу я посвятила изучению перспективных разработок и принципу действия ядерного ракетного двигателя.

#### **Заключение, результаты или выводы:**

Преимущества ядерных ракетных двигателей покажут себя при пилотируемых полётах к планетам Солнечной системы (самый реальный проект – экспедиция на Марс). Вероятнее всего, что в ближайшем будущем ядерные ракетные двигатели станут самыми распространёнными для космических полётов. С помощью них можно будет исследовать ближние к нам планеты. Однако, на этом возможности ЯРД будут наверное исчерпаны. Но научно-технический прогресс на этом скорей всего не остановится, человечество для путешествия в межзвёздном пространстве будет использовать другой, отличный от реактивного способ передвижения. Я надеюсь, что наше поколение будет участвовать в создании таких аппаратов.

#### **Список использованной литературы:**

1. <https://ru.wikipedia.org/wiki>
2. <https://ru.wikipedia.org/wiki/>
3. <http://fb.ru/article/192506/yadernyye-dvigateli-dlya-kosmicheskikh-korabley>
4. <http://fishki.net/1816612-k-2025>
5. <http://masterok.livejournal.com/>
6. <http://sw-master.narod.ru/>
7. <http://rocketengines.ru/rocket-engines-studying/>

ВНЕ КОНКУРСА

## **Идентификация борщевика Сосновского по данным дистанционного зондирования Земли**

*Рутман Вячеслав Владимирович*

*ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет»*

*Киров*

### **Научный руководитель:**

*Кантор Григорий Яковлевич*

*Старший научный сотрудник ВятГУ*

**Ключевые слова:** борщевик Сосновского, *Heracleum sosnowskyi*, инвазия, дистанционное зондирование Земли, идентификация, дешифрирование, мониторинг.

### **Аннотация:**

Бесконтрольное распространение борщевика Сосновского является одной из острых экологических проблем современной России и, в частности, Кировской области. Объективная оценка и прогнозирование масштабов инвазии, а также эффективность мер борьбы с этим опасным растением практически невозможны без использования методов дистанционного зондирования земли при помощи летательных аппаратов и искусственных спутников Земли. В данной работе рассматриваются способы автоматического поиска зарослей борщевика по данным дистанционного зондирования. Были применены методы автоматической классификации изображений с использованием существующего программного обеспечения, описана разработка собственной программы для ЭВМ.

### **Цель работы:**

Разработать алгоритм автоматической идентификации сообществ вида борщевик Сосновского по цифровым снимкам со спутников или летательных аппаратов.

### **Введение:**

Распространение борщевика Сосновского (*Heracleum sosnowskyi* Manden.) на территории Кировской области является одной из важных проблем региона. Борьба с этим растением – одно из приоритетных направлений природоохранной деятельности, поскольку борщевик не только является опасным для здоровья человека растением, но и действует губительно на естественные экосистемы региона. На территориях, заросших борщевиком, нарушаются естественные сукцессионные процессы. В основном борщевик захватывает заброшенные пашни и пастбища, а также вырубки. Особенно эффективно этот вид распространяется по придорожным полосам. По данным статистики, площади зарастания в России увеличиваются в среднем на 10% ежегодно [1].

**Основные тезисы:**

Создание и уточнение карт распространения борщевика по территориям, годам и сезонам года позволят дать оценку масштабов проблемы, спрогнозировать распространение и предложить эффективные методы борьбы с рассматриваемым видом. В настоящее время не существует полных, точных и достоверных карт распространения борщевика. Институт биологии Коми НЦ УрО РАН (Далькэ И.В., Чадин И.Ф., Мади Е.Г.) предпринял первую попытку картирования распространения инвазивных видов на примере борщевика Сосновского. Был создан геопортал РИВР (<https://ib.komisc.ru/add/rivr/>), где каждый желающий может отметить в виде точек места распространения борщевика. К точке прикрепляется дата обнаружения, фотография места и сведения о растениях. Данные ресурса не дают точных сведений о полной картине распространения борщевика, однако служат опорным материалом для дальнейшего поиска решений по составлению карт [2].

В качестве основного материала настоящего исследования выступили снимки со спутников Sentinel-2 и Landsat-8. Для получения крупномасштабных аэрофотоснимков использовались квадрокоптеры DJI Phantom 3 и 4. Исходя из данных системы РИВР и собственных полевых наблюдений, были выявлены участки земли с зарослями борщевика Сосновского. Крупные скопления особей борщевика были отмечены вблизи городов Кировской области – Кирово-Чепецк, Орлов, Нюльинск, Советск, посёлка Фалёнки, села Летка в Республике Коми. Контуры зарослей борщевика были зафиксированы при помощи навигационного приёмника GPS и нанесены на карту. Для составления карт использовали программный комплекс QGIS. На данные территории были получены снимки со спутников, свободно распространяемые через Интернет. Лучшие из доступных мультиспектральных снимков имеют пространственное разрешение 10 м. Для обработки космических снимков использовали программы ENVI 5.2 и ScanEx Image Processor. На основании информации о существующих зарослях борщевика было проведено обучение программных комплексов для поиска аналогичных зон на других территориях с использованием различных методов классификации.

**Заключение, результаты или выводы:**

В работе [3] для распознавания борщевика Сосновского было предложено использование 3 спектральных каналов видимой части спектра (синий, зелёный и красный). Наш опыт показал, что наиболее эффективный результат даёт комбинация синего, зелёного и ближнего инфракрасного каналов спутника Sentinel-2 с пространственным разрешением 10 м. При использовании программы ScanEx Image Processor автоматическая классификация снимков проводилась по трём спектральным каналам методами нейронного газа без обучения и NeRIS с обучением [4]. Для анализа фотоснимков с квадрокоптера нами была разработана программа, обнаруживающая летние соцветия борщевика по их характерной форме и цвету с использованием технологии распознавания графических объектов по форме контура. Параллельно с распознаванием ведётся подсчёт количества обнаруженных особей и занятой ими площади [5]. Дальнейшее совершенствование алгоритмов поиска борщевика на космических и аэрофотоснимках позволит получить полную и объективную картину распространения этого опасного вида, что необходимо для ведения мониторинга, планирования и осуществления практических мероприятий по борьбе с борщевиком Сосновского и другими вредными инвазивными видами растений.

**Список использованной литературы:**

1. Методические рекомендации по борьбе с неконтролируемым распространением растений борщевика Сосновского / Сост. Далькэ И.В, Чадин И.Ф. Инф.-изд. отдел Института биологии Коми НЦ УрО РАН. – Сыктывкар, 2008, – 28 с.
2. И. Ф. Чадин, И. В. Далькэ, И. Г. Захожий, Р. В. Малышев, Е. Г. Мади, О. А. Кузванова, Д. В. Кириллов, В. В. Елсаков. Моделирование географического распространения борщевика Сосновского (*Heracleum sosnowskyi manden.*) на территории европейского северо-востока России // Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем: Материалы XV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Книга 1. (г. Киров, 4–6 декабря 2017 г.). Киров: Изд-во Вятского государственного университета, 2017, С. 38-42.
3. Мышляков С.Г., Артёмова А.И. Картографирование мест произрастания борщевика Сосновского по космическим снимкам Sentinel 2 (компания «Совзонд») // Пятнадцатая Всероссийская открытая конференция «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса», 13 – 17 ноября 2017 г. г. Москва, Институт космических исследований РАН (постер).
4. Программа обработки данных дистанционного зондирования Земли ScanEx Image Processor v.5.0. // Руководство пользователя. М.: ИТЦ «СКАНЭКС», 2017, – 375 с. [5] Рутман В.В., Кантор Г.Я. Разработка компьютерной программы для идентификации борщевика Сосновского по аэрофотоснимку // Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем: Материалы XIV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Книга 1. (г. Киров, 5–8 декабря 2016 г.). Киров: ООО «Издательство «Радуга-ПРЕСС», 2016, С. 183-185.



---

**Для заметок**





