

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»  
XIII открытой юношеской  
научно-практической конференции  
**«БУДУЩЕЕ СИЛЬНОЙ РОССИИ –  
В ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЯХ»***

*10 апреля – 12 апреля 2019 года,  
Санкт-Петербург*

*Том 1*

*«Будущее сильной России – в высоких технологиях»  
сборник тезисов XIII открытой юношеской научно-практической конференции,  
ГБНОУ «СПБ ГДТЮ», – СПб, 2019, 9 томов по секциям.  
Том 1 – Секция «Аэрокосмическая техника и технологии»*

В сборнике представлены тезисы исследовательских работ участников XIII Открытой юношеской научно-практической конференции «Будущее сильной России – в высоких технологиях», которая будет проводиться 10 апреля – 12 апреля 2019 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 РИС ГБНОУ «СПБ ГДТЮ». Заказ Т , тираж 29 экз.

*Сборник тезисов работ  
участников секции*  
**«Аэрокосмическая техника и технологии»**  
*XIII 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 2019 году в Санкт-Петербурге в 13-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».

## Создание радиоуправляемой авиамодели

*Мильчаков Василий Александрович*

*КОГБУ ДО «Центр технического творчества»*

*Киров*

### **Научный руководитель:**

Здоровенко Сергей Анатольевич

КОГБУ ДО «Центр технического творчества», педагог дополнительного образования

### **Аннотация**

С развитием авиаиндустрии в нашей стране и за рубежом постепенно появилось понятие «беспилотный летательный аппарат», возможности которого могут быть широко использованы как в мирной промышленности, так и в военных целях. В связи с этим становятся актуальными профессии инженеров производства малой авиации и работников авиапромышленности. Современный авиамоделизм — важное вспомогательное средство для конструирования беспилотных летательных аппаратов.

**Ключевые слова:** беспилотный летательный аппарат.

*Беспилотный летательный аппарат – шаг в будущее*

### **Цель работы**

Создание радиоуправляемой модели, которая по весовой категории не требовала бы специальной регистрации (до 250 грамм), способной выполнять фигуры пилотажа в условиях соревнований и ограниченного пространства.

### **Введение**

На сегодняшний день не так много детей и подростков занимаются в секциях и кружках авиамоделирования. Занятия авиамоделизмом, техническим творчеством имеют огромное значение в раскрытии творческих способностей подростка. Занятия способствуют развитию у учащихся интереса к науке, технике, исследованиям, помогают сознательному выбору будущей профессии. Знания, полученные на занятиях кружка, непосредственно влияют на учебный процесс, способствуют углубленному изучению школьного материала.

### **Основные тезисы**

Большинство летательных аппаратов имеют вес от 500 г и выше. Однако на сегодняшний день в законодательстве РФ утверждена норма учета беспилотных воздушных судов. Согласно пункту 3.2 Воздушного кодекса РФ: беспилотное воздушное судно с максимальной взлетной массой от 0,25 кг до 30 кг, ввезенные в Российскую Федерацию или произведенные в Российской Федерации, подлежат учету в порядке, установленном Правительством Российской Федерации. Поэтому для занятий по авиамодельному спорту необходимо создавать такие модели, которые бы не попадали под действия современного законодательства, то есть были весом до 250 г, могли летать в ограниченном пространстве, т.е. управление которыми не требовало бы выездов на аэродромы и специальные площадки.

## Заключение, результаты или выводы

Создана оптимальная радиоуправляемая модель, которая по весовой категории не требует специальной регистрации (до 250 г), способная выполнять фигуры пилотажа в условиях соревнований.

## Список использованной литературы

1. Все о квадрокоптерах, FPV, а также технические подробности (Электронный ресурс). Режим доступа: [profpv.ru](http://profpv.ru).
2. Закон о регистрации квадрокоптеров (Электронный ресурс). Режим доступа: <http://quad-copter.ru/zakon.html>.
3. Интернет-магазин «WORLD OF DRON» (Электронный ресурс). Режим доступа: [http://dronworld.ru/about\\_us.html](http://dronworld.ru/about_us.html).
4. Реферат: 1. цели соревнований популяризация авиамodelьного спорта среди школьников (Электронный ресурс). Режим доступа: <https://ronl.org/referaty/raznoe/568459/>.
5. Механизм реализации проекта (Электронный ресурс). Режим доступа: <https://lektsii.org/6-100274.html>.

## Выбор формы наноспутника: куб или шестиугольная призма?

*Котелевский Никита Игоревич*

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

*Санкт-Петербург*

### Научный руководитель:

*Жуковский Валерий Филиппович*

*ГБНОУ «СПБ ГДТЮ», заведующий сектором, педагог дополнительного образования, кандидат технических наук*

## Аннотация

В настоящее время в Юношеском клубе космонавтики имени Г.С. Титова ведётся разработка группировки наноспутников «АнСат». Возникает необходимость выбрать форму конструкции спутников, которая должна обеспечивать устойчивость и компактность группировки в стартовом состоянии, жёсткость группировки в рабочем состоянии, сохранение формы группировки при добавлении новых спутников, равномерный роспуск спутников в космосе, экономичность, а также вместительность внутреннего объёма и внешней поверхности спутников для размещения необходимой аппаратуры.

**Ключевые слова:** наноспутник, группировка наноспутников, кубсат, гексат, форма, устойчивость, жёсткость, компактность, вместительность.

*«Когда мы до конца исследуем космос,  
окажется, что, будучи здесь, на земле, мы уже были в небе»  
Станислав Ежи Лец*

## Цель работы

Выбрать оптимальную форму конструкции наноспутника.

## Введение

В настоящее время для исследования космоса и дистанционного зондирования Земли применяются наноспутники – малые беспилотные космические аппараты массой от 1 до 10 кг. Юношеский клуб космонавтики проектирует спутниковую группировку «АнСат», состоящую из большого количества одинаковых наноспутников, соединённых механическими связями. Важной задачей является выбор формы наноспутников. Подавляющее большинство современных наноспутников имеет форму куба. Однако куб имеет ряд недостатков по сравнению с другими пространственными фигурами. Также известны наноспутники в форме шестиугольной призмы, превосходящей куб по многим характеристикам. Задача проекта – выяснить, какая из этих форм наиболее оптимальна для наноспутника.

## Основные тезисы

В настоящее время наибольшее распространение имеют кубсаты — наноспутники кубической формы. Однако существует и шестиугольные спутники, такие как «ТаблетСат», созданный корпорацией «Спутник».

Правильная шестиугольная призма имеет ряд преимуществ в геометрических характеристиках по сравнению с кубом. При одинаковом объёме суммарная длина рёбер шестиугольной призмы меньше, что делает шестиугольную конструкцию спутника более экономичной. Кроме того, при одинаковой суммарной длине рёбер у шестиугольной призмы большая площадь поверхности, необходимая для размещения внешней спутниковой аппаратуры. У шестиугольной призмы больший угол между боковыми гранями, что увеличивает пространство внутри спутника, нужное для размещения внутренней аппаратуры. При компактном соединении шестиугольников механическими связями образуются треугольники вместо четырёхугольников, поэтому конструкция группировки из шестиугольных спутников более жёсткая и меньше подвержена деформациям в космосе.

Для спутников группировки «АнСат» была выбрана форма шестиугольной призмы, так как шестиугольные спутники компактно соединяются друг с другом в стартовом положении и равномерно распускаются в рабочее положение.

## Заключение, результаты или выводы

Оптимальной формой наноспутника по многим геометрическим характеристикам следует считать правильную шестиугольную призму.

## Список использованной литературы

1. Блинов В.Н. Малые космические аппараты. Миниспутники. Унифицированные космические платформы для малых космических аппаратов. Изд. ОмГТУ, 2010.

## Исследование технологии взаимной навигации и ориентации малых космических аппаратов в группе

*Епринцев Михаил Александрович*

ФГАОУ ВО ГУАП  
Санкт-Петербург

### Научный руководитель:

*Перлюк Владимир Владимирович*  
СПб ГУАП, доцент, кандидат технических наук

### Аннотация

Предлагаемый доклад посвящён исследованию оптико-электронного метода управления взаимной навигацией и ориентацией микрокосмических аппаратов (МКА). При этом решаются теоретические (алгоритмы и математические модели управления) и прикладные (разработка системы технического зрения) задачи.

**Ключевые слова:** спутник, позиционирование, компьютерное зрение, малый космический аппарат, навигация, ориентация.

*Определение расстояния и углов поворота одного спутника относительно другого*

### Цель работы

Разработать систему для определения положения в пространстве одного малого космического аппарата относительно другого.

### Введение

В современных реалиях вместо крупногабаритных спутников массой порядка сотен или тысяч килограммов более выгодно использовать системы из спутников весом порядка десяти килограммов. При этом повышается надёжность, так как группа спутников способна продолжить выполнять поставленную задачу после потери нескольких аппаратов. Также обеспечивается некоторое понижение стоимости всего проекта, возможность вывода на орбиту нескольких спутников, принадлежащих разным системам.

Однако для корректной работы группы таких спутников необходимо решить задачу их позиционирования друг относительно друга. Один из способов решения этой задачи – система компьютерного зрения.

### Основные тезисы

Для проведения исследований используется модель спутника формата cubesat. Рассмотрим на примере этой модели схему оптико-электронной относительной навигации.

На модели установлено 24 инфракрасных светодиода, которые расположены на гранях группами по 4 штуки. Зная размеры наблюдаемого спутника и точное расположение светодиодов на каждой грани, можно определить координаты вершин куба. Далее в расчётах будем использовать именно эти координаты для упрощения вычислений. Проводить вычисления будем относительно связанной системы координат. Положение ведомого спутника относительно ведущего определяется тремя углами Эйлера.

Определим матрицы направляющих косинусов при переходе от исходной системы координат  $OXYZ$  к системе координат  $Ox_bY_bZ_b$ , связанной с камерой. Для измерений используется система компьютерного зрения. Камера снимает макет, передаёт изобра-

жение на компьютер. Программно выделяются видимые светодиоды, находящиеся на наибольшей грани на полученном изображении, при этом другие видимые светодиоды игнорируются. Определяются и используются в дальнейших расчётах координаты выделенных диодов.

При калибровочном измерении модель спутника устанавливается на некотором расстоянии и обращается одной гранью к камере. Производится съёмка макета. Определяются необходимые для дальнейшей работы коэффициенты, вносятся необходимые поправки. После калибровки модель спутника располагается в произвольном положении относительно камеры с помощью регулируемых управляющих элементов (сервоприводов), производится видеосъёмка. Положения вершин модели спутника относительно камеры программно вычисляются, затем заносятся в массив измерений. Значения из данного массива сравниваются с реальными углами ориентации, задаваемыми при позиционировании модели.

На основе полученных данных составляется оценка математического ожидания и дисперсии ошибок многократно проведённых измерений. Для получения качественных результатов измерения должны проводиться многократно.

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

Рассматриваемый в данной работе метод позволит управлять взаимным положением находящихся на орбите МКА, образующих единую сеть. При этом будет обеспечиваться удержание определённого расстояния между отдельными спутниками, недопущение превышения максимально допустимого расстояния между спутниками, маневрирование всей системы с минимальным расходом энергии и топлива [3].

Были проведены теоретические исследования, подтверждена их истинность, разработан алгоритм работы системы технического зрения, запущена и настроена данная система. В ближайшее время планируется провести исследования по оценке вероятностных характеристик ошибок измерений, добиться повышения быстродействия системы при сохранении приемлемой точности измерений.

### **Список использованной литературы**

1. Лурье А. И. Аналитическая механика. М. : Физмалит, 1961.
2. Эд Доуринг. Основы машинного зрения с NI myRIO. National Technology and Science Press, 2015.
3. A Panferov., Nebylov A., Brodsky S. Synthesis of a control system for relative motion of closely spaced satellites // 3rd International Conference and Exhibition on Satellite & Space Missions. Spain, 2017.

## Исследование методов реализации обшивки космических летательных аппаратов с возможностью переключения режимов поглощения и отражения энергии

Черников Виктор Сергеевич

СПбГЭТУ «ЛЭТИ»

Санкт-Петербург

### Научный руководитель:

Марголин Владимир Игоревич

СПбГЭТУ «ЛЭТИ», профессор кафедры МИТ

### Аннотация

В данной статье рассмотрены методы реализации концепции обшивки для космических летательных аппаратов с возможностью переключения режимов поглощения и отражения энергии. Были выявлены недостатки применения кремниевых солнечных батарей в условиях космоса. Из предложенных вариантов реализации был выбран и описан один, наиболее удовлетворяющий решению поставленной задачи. Были представлены достоинства и недостатки данной концепции.

**Ключевые слова:** композит, солнечные батареи, многослойная пленочная структура, сегнетоэлектрик.

*Из одной системы нам еще долго не выбраться — из Солнечной. Когда мы до конца исследуем космос, окажется, что, будучи здесь, на земле, мы уже были в небе. Мы будем блохами космоса, скачущими со звезды на звезду. Небесные тела вращаются все по тем же орбитам, но всякий раз по другим законам.*  
Станислав Ежи Лец

### Цель работы

Целью данной работы является изучение вариантов использования композитов материалов, структура которых может управляться с помощью слабых воздействий и при необходимости изменять свои светоотражающие свойства и возможностей применения их в аэрокосмической

### Введение

На сегодняшний день вопрос об освоении ближнего и дальнего космоса стоит на одной из лидирующих позиций потребностей людей. Разработка новых планет является одним из неотъемлемых шагов на пути к колонизации и получению новых месторождений веществ, возможно еще не обнаруженных на нашей планете. Для этого необходимо использовать высокотехнологичное оборудование, обладающее хорошими источниками энергии для исправного функционирования и устойчивое к внешним воздействиям различного характера.

Наиболее доступным источником энергии за пределами Земли является солнечная энергия. Для ее использования на Земле применяются кремниевые солнечные батареи. Они обладают рядом недостатков: отсутствие высокой прочности, малым количеством вырабатываемой энергии, в связи с чем их устанавливают в огромных количествах, и они занимают большую площадь. В условиях такой агрессивной среды, как космос, их

использование не является надежным: они занимают много места, увеличивая внешние габариты устройств, и слабо защищены от внешних воздействий, поэтому подвержены изменению своей структуры и свойств.

### **Основные тезисы**

Для экономии места композит лучше использовать в качестве обшивки, в связи с чем встает вопрос о необходимости наделить материал не только свойствами, связанными со светоотражением и светопоглощением, но еще и высокой прочностью.

Решение данной задачи возможно двумя способами:

1) Сделать обшивку стандартной, путем внедрения элементов солнечных батарей во второй слой обшивки, находящийся за слоем кевлара.

2) Создать прочный материал с изменяемой структурой, переключаемой нижним чувствительным к потенциальным воздействиям слоем.

Первый вариант легче реализовать, но существует ряд недостатков, которые не позволяют его применять: внешний слой обшивки (сплав металлов), будет в высокой степени отражать электромагнитное излучение, остальное поглотится мелкой сеткой из кевлара, и до слоя с батареями излучение практически не дойдет. Второй вариант требует подбора соответствующего материала внешнего слоя, который будет достаточно устойчивым при контакте с космическими объектами, и при этом будет охотно менять свою структуру. Это позволит осуществлять поглощение энергии еще во внешнем слое обшивки.

Осуществление данной концепции можно реализовать с помощью многослойной пленочной структуры, в которой будет присутствовать сегнетоэлектрик, материал внешней обшивки и аморфный слой. Сегнетоэлектриком можно осуществлять управление, подвергая его изменению структуры, посредством приложения к нему потенциала. В результате определенной ориентации доменов будет формироваться потенциальный рельеф поверхности, который через аморфный слой, за счет эффекта дальнего действия [1], будет создавать конфигурацию поля для организации необходимой структуры во внешнем слое. Аморфный слой применяется для уменьшения влияния внешнего слоя обшивки на сегнетоэлектрик. Таким образом, определенными воздействиями на сегнетоэлектрический слой в разных точках можно сформировать большое разнообразие структур материала, среди которых выявить оптимальную для двух режимов работы: высокую способность к поглощению и отражению. В зависимости от потребностей систем корабля к подзарядке или наоборот отводу мощности, можно оперативно чередовать режимы работы.

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

Достоинствами данной концепции являются экономия места и возможность создания мелкогабаритных беспилотных аппаратов с автоматической системой регуляции, легкость управления и малые энергозатраты, так как для управления сегнетоэлектриком необходимы малые уровни напряжения. К недостаткам можно отнести трудности, связанные с подбором материалов и связанная с этим возможная дороговизна обшивки; старение сегнетоэлектрика, потеря отзывчивости к управлению, что происходит не так быстро, если учесть предполагаемую частоту переключения.

### **Список использованной литературы**

1. Дистлер Г.И. Реальное строение, активность и дальнее действие кристаллических поверхностей // Сб. Рост кристаллов, Т. VIII, М.: Изд-во Наука, 1968. - С. 108 - 123.

## **Моделирование и конструирование механизма автоматизированной смазки авиафинешёра тормозных тросов (МАСТТ) тяжелого авианесущего крейсера «Адмирал Флота Советского Союза Кузнецов»**

*Полевин Тимур Викторович*

*ФГКОУ «Нахимовское военно-морское училище Министерства обороны Российской Федерации»*

*Санкт-Петербург*

### **Научный руководитель:**

*Сивков Александр Вячеславович*

*ФГКОУ «Нахимовское военно-морское училище МО РФ», педагог-организатор*

### **Аннотация**

Большая часть авиационных происшествий на тяжелом авианесущем крейсере «Адмирал Кузнецов» происходила из-за несовершенства устройства авиафинешёра, основой которого являются система тормозных тросов. Создание и внедрение автоматизированной системы смазки тормозных тросов на авианосце позволит в будущем избежать авиационных событий и происшествий.

**Ключевые слова:** авиафинешёр, смазка тросов, авиационные события, авианесущий крейсер.

*Через двадцать лет вы будете более сожалеть о том, чего не сделали, чем о том, что вы сделали. Поэтому, отбросьте сомнения. Уплывайте прочь от безопасной гавани. Поймите попутный ветер своими парусами. Исследуйте. Мечтайте. Открывайте.*  
*Марк Твен*

### **Цель работы**

Создать модель механизма автоматизированной смазки тормозных тросов авиафинешёра авианосца «Адмирал Флота Советского Союза Кузнецов».

### **Введение**

Примером настоящего летчика-профессионала, человека с высокой гражданской ответственностью, для меня является герой России, генерал-майор Тимур Автандилович Апакидзе, навечно зачисленный в списки Нахимовского училища. В будущем я хотел бы связать свою жизнь с авиацией ВМФ, а именно с палубной авиацией, поэтому уже сейчас интересуюсь тяжелым авианесущим крейсером (ТАВКР) «Адмирал Кузнецов», авиационными событиями на нем и выбрал тему «Моделирование и конструирование механизма автоматизированной смазки авиафинешёра тормозных тросов (МАСТТ) тяжелого авианесущего крейсера «Адмирал Флота Советского Союза Кузнецов» в качестве темы своего исследования.

### **Основные тезисы**

Для достижения поставленной цели мне необходимо решить следующие задачи:

1. Исследовать причины аварийных ситуаций при посадке самолетов на палубу авианосца.
2. Сконструировать и создать модель механизма автоматизированной смазки тормозных тросов.

3. Обеспечить возможность установки на МАСТТ датчиков сканирования целостности тормозных тросов.

На 1 этапе я провел исследование и анализ причин аварийных ситуаций и подразделил их на 3 основные группы:

1. Ошибки лётчиков в технике пилотирования, недостаточная натренированность летного состава в полётах на корабль из-за больших перерывов и неритмичной подготовки на береговом учебно-тренировочном комплексе и корабле.

2. Неудовлетворительная организация сопровождения эксплуатации тормозных машин.

3. Некачественная подготовка тормозных машин к выходу в море, некачественная смазка и отсутствие мониторинга целостности тормозного механизма.

Проанализировав свои возможности, я сделал вывод, что могу направить свою работу по устранению 3-й группы причин аварийных ситуаций. Именно из-за обрыва тормозного троса весной 2018 г. самолет не смог затормозиться и упал за борт.

На 2 этапе для детального изучения технических вопросов я собрал модель авианесущего крейсера «Адмирал Кузнецов», который носит гордое имя непобедимого советского главнокомандующего ВМФ СССР – адмирала Николая Герасимовича Кузнецова.

На 3 этапе я определил требования к МАСТТ:

1. Быстрота монтажа и демонтажа с тормозных тросов (ТТ)

2. Надежное передвижение по ТТ без повреждающих механических воздействий на ТТ.

3. Гарантированное бесперебойное нанесение смазки на трос согласно установленным ТУ.

4. Возможность установки датчика сканирования целостности ТТ.

5. Надежное дистанционное управление и передача данных с датчика сканирования.

На 4 этапе я изучил конструкцию тормозного троса (ТТ) и приступил к разработке и созданию чертежей и эскизного проекта конструкции МАСТТ.

4.1 Необходимость монтажа-демонтажа МАСТТ на ТТ диктуется запредельными нагрузками на ТТ при контакте с самолетом при посадке, способными вывести его из строя. Поэтому корпус МАСТТ состоит из 2 половин, обхватывающих, при закрывании, ТТ. После закрывания происходит фиксация затвором. Демонтаж происходит в обратной последовательности.

4.2. Обосновал надежное передвижение МАСТТ по ТТ, что обеспечивается обрезиненными роликами, ведущий из которых вращается при помощи мотор-редуктора с заданной скоростью.

4.3. Гарантия как основа бесперебойной смазки ТТ, обеспечивается нагнетательным контуром и втулкой-дозатором, высота которых определяет толщину слоя смазки ТТ.

Преимущества введения МАСТТ на ТАВКР «Адмирал Кузнецов»:

1. Повысится качество смазки ТТ, их надежность и долговечность;

2. Сократится время между посадками самолетов на посадочную полосу;

3. Повысится безопасность обслуживающего персонала в условиях применения противником поражающих факторов различных видов;

4. Появится возможность размещения на корпусе МАСТТ сканеров целостности ТТ;

5. Уменьшится вероятность авиационных происшествий.

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

1. Провел исследования и анализ причин авиационных происшествий на ТАВКР;

2. Изготовил точную копию ТАВКР для обеспечения конструкторско-технологического этапа своей работы;

3. Разработал принципиальную модель МАСТТ;

4. Обосновал возможность установки датчика сканирования целостности ТТ;

5. Провел анализ авиационных событий с целью уменьшения в дальнейшем вероятности их возникновения, что приведет к повышению боеготовности ТАВКР.

7. Приблизился на шаг к своей мечте – стать летчиком ВМФ.

### Список использованной литературы

1. Минаков В.И. Полет к неизведанному. Санкт-Петербург. Издательство «Политехника», 2016. 484с.
2. Родионов Б.И., Монаков М.С. Авианосцы. История и перспективы. Москва. Военное издательство. 2004. 239с.
3. Документальный фильм «Форсаж» <https://flot.com>blog>historyofNVMU>
4. Ильенкова М.М. Прерванный полет. Мурманск. ОАО «МИПП» Север», 2005. 255с.
5. Северинова Л.Л. Тимур и его небо. Москва. Издательство «Порвис», 2007. 28с. 6. Андрей Фомин «Су-33. Корабельная эпопея»

## Анализ кинематических параметров торможения беспилотного летательного аппарата

*Чешкова Яна Ильинична*

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

### Научный руководитель:

*Грачев Герман Александрович*

*ГБНОУ «СПБ ГДТЮ», педагог дополнительного образования*

### Аннотация

С помощью ряда пилотажных экспериментов была доказана гипотеза о том, что серией ударов можно полностью погасить кинетическую энергию беспилотного летательного аппарата (БПЛА). Также была разработана и впоследствии успешно применена методология обработки видео экспериментальных запусков массо-габаритного макета (МГМ) БПЛА, обработаны и проанализированы данные более чем десяти экспериментов. В результате обработки и анализа результатов экспериментов была выявлена несовершенство тормозной системы из-за превышения перегрузками заданного ограничения.

**Ключевые слова:** беспилотный летательный аппарат, эксперимент, видеофайл, обработка, анализ, перемещение, перегрузка.

*«Наиболее правильный метод познания есть эксперимент»  
У. Блэйк*

### Цель работы

Извлечение параметров движения объекта из видеофайлов и исследование кинематики тела при торможении.

### Введение

В Юношеском клубе космонавтики им. Г.С. Титова реализуется образовательный проект «АнСат», в рамках авиационного направления которого осуществляется разработка

комплекса систем посадки беспилотного летательного аппарата (БПЛА), включающая в себя разработку тормозной системы, осуществляющей торможение БПЛА с перегрузкой не выше заданной. При разработке системы торможения была выдвинута гипотеза о том, что серией ударов можно полностью погасить кинетическую энергию БПЛА. Для проверки гипотезы были проведены натурные испытания разработанного прототипа системы торможения. Испытания были зафиксированы на камеру. На основе полученных в результате испытаний видеофайлов были определены кинематические параметры массо-габаритного макета (МГМ) БПЛА.

### **Основные тезисы**

В образовательном проекте «АнСат» учащиеся школ, студенты и педагоги занимаются разработками по двум глобальным направлениям: космическому и авиационному. В рамках авиационного направления участники проекта занимаются разработкой комплекса систем, обеспечивающих посадку БПЛА на мобильную платформу в непредназначенной для этого местности, что включает в себя разработку тормозной системы, обеспечивающей торможение БПЛА с перегрузкой не выше заданной.

При разработке системы торможения была выдвинута гипотеза о том, что серией ударов можно полностью погасить кинетическую энергию БПЛА.

Для проверки вышеуказанной гипотезы на летнем лагерном сборе клуба были проведены натурные испытания разработанного прототипа системы торможения. Система торможения представляет из себя последовательно соединенные барьеры, расположенными на одинаковой дистанции друг от друга. В систему заряжен трос, на концах которого находятся шарообразные объекты. При вытягивании троса шары проходят через пружинные пластины. С помощью ударов шаров о пластины осуществляется перераспределение кинетической энергии БПЛА в работу этих пластин.

Во время испытаний, которые были сняты на камеру, данные об ускорении МГМ БПЛА фиксировались с помощью акселерометра. В данной работе использованы данные, полученные посредством видеосъемки экспериментов.

Экспериментальная съемка производилась с частотой 50 кадров в секунду. Следовательно, при разложении видео, разница между отдельными кадрами составит 20 миллисекунд. Также на тросе были сделаны отметки с шагом 0,5 м. Это дает возможность, не зная преодоленного объектом реального расстояния, вычислить его, измеряя с фотографий в миллиметрах. Есть расстояние от отметки до отметки в метрах и миллиметрах, их отношение – коэффициент подобия. Для нахождения перемещения объекта между кадрами необходимо измерить расстояние от объекта до ближайшей отметки, затем на следующем кадре измерить расстояние от объекта до той же отметки. Разность этих расстояний, умноженная на коэффициент подобия – реальное перемещение макета между кадрами. Есть расстояние, преодоленное объектом и время, за которое оно было пройдено, значит есть и скорость, из которой можно понять ускорение, перегрузки макета.

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

С помощью пилотажных экспериментов была доказана гипотеза, суть которой заключается в том, что торможения БПЛА с помощью серии ударов, полностью подавляющих его кинетическую энергию возможно. Для обработки полученных в результате экспериментов видеофайлов была разработана методология, позволяющая вычислять кинематические параметры БПЛА с большей точностью, чем установленный на макете акселерометр. Недостаток методологии состоит в невозможности автоматического получения и обработки данных. Опираясь на полученные после обработки более чем десяти

видеофайлов данные, можно сделать вывод о несовершенности прототипа тормозной системы БПЛА и необходимости ее дальнейших доработок.

### Список использованной литературы

1. Колягин Ю.М., Алимов Ш.А., Ткачева М.В. Алгебра и начала математического анализа. 10-11 классы: базовый уровень. Учебник для общеобразовательных учреждений / Алимов Ш.А. - М: Просвещение, 2000. - 464с.
2. Перышкин А.В. Учебник по физике для 9 класса / А.В. Перышкин, Г.Е.Моисеевна. – М: Дрофа, 1995. – 300 с.
3. Nikon Corporation. Цифровая фотокамера D7000. Руководство пользователя /Отпечатано в Европе, 2010. – 327 с.

## Исследование эволюции двигателей у различных поколений Boeing 737

*Моховиков Иван Алексеевич*

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

*Санкт-Петербург*

### Аннотация

Объектом исследований являлись: самолеты семейства Boeing 737 Original, их двигатели JT8D, самолеты семейства Boeing 737 Classic с двигателями CFM56-3, самолеты семейства Boeing 737 Next generation, использующие двигатели CFM56-7 и поколение Boeing 737 MAX с двигателями LEAP 1B.

**Ключевые слова:** Boeing 737, Boeing 737 Original, Boeing 737 Classic, Boeing 737 Next Generation, Boeing 737 MAX, JT8D, CFM56, LEAP1 B.

### Цель работы

Изучить эволюцию силовых установок самолетов семейства Boeing 737.

### Введение

Тема исследования эволюции двигателей у различных поколений Boeing 737 актуальна, т.к. Boeing 737 является самым распространенным реактивным авиалайнером в мире, а также одним из наиболее конкурентоспособных за счет своих высоких тактико-технических характеристик, некоторые из которых постоянно улучшались по причине ремоторизаций Boeing 737. Кроме того Boeing 737, спроектированный в середине 1960х годов напрямую конкурирует с самолетами своего класса, созданными на несколько десятилетий позже, такими как Airbus A320. Данный фактор является причиной проведения анализа влияния двигателей, устанавливавшихся в различное время на самолеты семейства Boeing 737, на характеристики данного летательного аппарата, его конкурентоспособность по сравнению с другими самолетами данного класса (узкофюзеляжные среднемагистральные авиалайнеры).

## Основные тезисы

В результате каждой ремоторизации у Boeing 737 постоянно повышались тактико-технические характеристики по практически всем ключевым показателям.

При создании поколения Boeing 737 Classic, которое должно было заменить Boeing 737 Original, проигрывавший конкурентную борьбу DC-9, несмотря на модернизацию двигателей JT8D и установку шумопоглощающих устройств, взамен турбореактивных двигателей с низкой степенью двухконтурности на Boeing 737 были установлены новейшие на тот момент турбовентиляторные двигатели – CFM 56-3. Эти двигатели позволили Boeing 737 успешно конкурировать с MD-80, что резко повысило спрос на Boeing 737 с 1144 самолетов поколения Original до 1998 самолетов поколения Classic, также данная ремоторизация серьезно уменьшила расход топлива и снизила уровень шума.

Следующая ремоторизация Boeing 737, заключавшаяся в установке на Boeing 737 более совершенной версии CFM 56 – CFM 56-7, позволила самолетам Boeing 737 Next Generation напрямую конкурировать с самолетами семейства Airbus A320. Эта возможность еще сильнее повысила спрос на Boeing 737, и по состоянию на июль 2018 произведено 6856 самолетов поколения Next Generation.

При создании поколения Boeing 737 MAX было принято решение установить на него двигатели CFM International LEAP 1B, что позволило данному поколению Boeing 737 успешно напрямую конкурировать с самолетами семейства Airbus A320 NEO. Данные двигатели, являющиеся глубокой модернизацией CFM 56 позволили снизить на 16% расход топлива, и повысили экономические показатели Boeing 737, также они на 40% снизили шумовой след.

Благодаря высоким характеристикам Boeing 737 MAX, а именно низким расходом топлива, низким уровнем шума и выбросами в атмосферу, данный самолет пользуется высоким спросом, и является самым быстро продаваемым самолетом за всю историю компании Boeing.

Таким образом постоянные модернизации самолета, включающие в себя ремоторизацию, позволяют самолету, который был спроектирован в середине 1960х годов, даже спустя несколько десятилетий являться самым распространенным в мире реактивным авиалайнером, который может успешно конкурировать с самолетами, спроектированными на несколько десятилетий позже.

## Заключение, результаты или выводы

Основными результатами данной работы стали подробное изучение двигателей, устанавливаемых на различные поколения Boeing 737, в частности изучение истории их создания, конструкции, технических характеристик, сложностей при их установке на самолеты семейства Boeing 737, системы управления данными двигателями, а также анализ влияния данных двигателей на спрос, распространенность и конкурентоспособность самолетов семейства Boeing 737.

Результаты настоящей работы могут быть применены в образовательных целях, в учебных заведениях, для изучения истории модернизаций Boeing 737. В том числе, результаты данной работы могут быть применены для анализа преимуществ и недостатков Boeing 737 и двигателей, устанавливаемых на это семейство авиалайнеров, для выявления возможности ремоторизации данного самолета и возможности возникновения связанных с данной ремоторизацией технических проблем и путей их решения.

**Список использованной литературы:**

1. Boeing 737-700/800 Flight Crew Operational Manual [Текст]
2. Авиадвигатели мира: текущее состояние [Электронный ресурс] — Мировое Обозрение – Режим доступа: <https://tehnovar.ru/84393-aviadvigateli-mira-tekuschee-sostojanie.html> - язык русский.
3. Авиапорт [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.aviaport.ru/> - язык русский.
4. Авиационная энциклопедия «Уголок неба» [Электронный ресурс] –Режим доступа: <http://www.airwar.ru/enc/engines/jt8d.html> - язык русский.
5. Военный уголок [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://forum.warport.ru/showthread.php?t=6520> - язык русский.

**Влияние климатических факторов и погодных условий на причины аварийности воздушных судов на критических участках полёта (взлёт, посадка)**

*Аврутин Илья Сергеевич*

*ФГКОУ «Санкт-Петербургский кадетский военный корпус Министерства обороны Российской Федерации»*

*Санкт-Петербург*

**Научный руководитель:**

*Беликова Татьяна Ивановна*

*ФГКОУ «Санкт-Петербургский кадетский военный корпус Министерства обороны Российской Федерации», преподаватель*

**Аннотация**

В исследовательской работе рассмотрены основные причины аварийности воздушных судов на критических участках полёта (взлёт, посадка), связанные с климатическими факторами и погодными условиями. С каждым годом повышается уровень качества авиационной техники, растёт и развивается аэродромная инфраструктура, но по-прежнему существуют климатические особенности, которые влияют на безопасность полётов. Можно ли уменьшить процент аварийности полётов, модернизируя авиационную технику и аэродромы? Ответ на этот вопрос рассматривается в данной работе.

**Ключевые слова:** авария воздушного судна, авиакатастрофа, эшелон, климатические факторы, погодные условия, зона турбулентности.

*«Конструкционные особенности покрытия аэродрома всегда определяются проектом. Проект же делается на основании расчетов интенсивности использования аэродрома, экономики строительства, геологии и других изысканий. Важно ответить на вопросы: что там внизу под аэродромом находится, каковы природно-климатические условия?» – руководитель комплекса аэродромных сооружений Главного управления строительства дорог и аэродромов заместитель начальника – Павел Чернухин.*

## Цель работы

Исследовать значимость и влияние погодно-климатических факторов и географических условий на причины аварийности воздушных судов на критических участках полёта (взлёт, посадка) в условиях аэродромов Крайнего Севера.

## Введение

Погода – это мощнейший фактор, влияющий на полеты. Так как все полёты современная авиация осуществляет в атмосфере Земли, а именно земная атмосфера наиболее подвержена всем климатическим изменениям. Это понимают все, кто обеспечивают безопасность полетов: от проектировщиков самолетов до членов экипажа. Но если раньше итог полета при плохой погоде зависел только от мастерства пилотов и везения, то сейчас многочисленные приборы помогают сравнительно безопасно взлетать и приземляться даже в экстремальных условиях. На сегодняшний день даже попадание молнии в воздушное судно перестало означать верную гибель. Ежегодно регистрируется несколько таких случаев, причем они обходятся без катастрофических последствий.

## Основные тезисы

1. Климатическая ситуация на планете.
2. Основные причины авиационных происшествий и катастроф.
3. Влияние погодных условий на авиацию.
4. Крушение самолётов на разных этапах полёта.
5. Опыт работы аэродромов и примеры воздействия климатических факторов на воздушные суда в условиях аэродромов, расположенных в экстремальных условиях Юга и Севера.

## Заключение, результаты или выводы

Итак, мы рассмотрели влияние погодно-климатических условий на безопасность полётов воздушного транспорта, как гражданского, так и военного. Очевидно с учётом роста количества воздушных перевозок, расширения ареала полётов, растущей активности применения боевой авиации как на суше, так и над морем, погодно-климатический фактор всегда и везде будет оказывать важнейшее влияние на безопасность полёта бортов как гражданской, так и военной авиации. Кроме этого необходимо уже на стадии проектирования и строительства аэродромов постоянного базирования учитывать, по возможности, как можно большее количество природных факторов в динамике их изменения, что позволит правильно выбрать как оптимально надёжное месторасположение аэродрома, так и правильное архитектурно-строительное решение.

## Список использованной литературы:

1. Барашков А.А., Куклев А.В. Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина».
2. Мигидина С.С. В чем причины аварий и катастроф воздушных судов? Калуга, 2016г.
3. <https://www.vladtime.ru/nauka/557528> ©
4. <http://www.1001crash.com/index-page-statistique-lg-1-numpage-3.html> (мировые статистические данные)
5. <https://tass.ru/spec/climate> 6. [tass.ru](https://tass.ru), [ria.ru](https://ria.ru), [arctik.su](https://arctik.su)/tekushchie-obekty/novaya/, [aviaforum.ru](https://aviaforum.ru), [rspectr.com/news/translyaciya-cifrovogo-tv-novaya-zemlya/](https://rspectr.com/news/translyaciya-cifrovogo-tv-novaya-zemlya/), [belushka.ru/forum/](https://belushka.ru/forum/), [belushka.ru/site/fotogalerei](https://belushka.ru/site/fotogalerei)

## Тепловая защита спускаемых космических аппаратов

Щербаков Андрей Александрович

ФГКОУ «Санкт-Петербургский кадетский военный корпус Министерства обороны Российской Федерации»

Санкт-Петербург

### Научный руководитель:

Петрова Светлана Федоровна

ФГКОУ «Санкт-Петербургский кадетский военный корпус Министерства обороны Российской Федерации», преподаватель физики, педагог дополнительного образования

### Аннотация

Работа посвящена проблеме защиты спускаемых космических аппаратов (СА) от воздействия высоких температур, возникающих в результате аэродинамического нагрева (АН) при вхождении СА в плотные слои атмосферы. Наиболее распространена теплозащита с помощью разрушающихся покрытий, а самым перспективным материалом для создания таких покрытий считается легкое и прочное углеродное волокно. В работе экспериментально исследованы свойства углеродной ткани и аэродинамические характеристики 3D моделей СА.

**Ключевые слова:** тепловая защита спускаемых аппаратов, композиты, углеродная ткань.

*«Космос пахнет кузницей, жжёным металлом и немного озоном» Анатолий Яковлевич Соловьев, советский и российский космонавт, рекордсмен по количеству выходов в открытый космос (16) и суммарной продолжительности работы в открытом космосе (82 часа 21 минута).*

### Цель работы

Установить, каким образом решается вопрос безопасного возвращения космонавтов на Землю.

Для этого нам необходимо было решить следующие задачи: узнать, какие аппараты для спуска в атмосфере используются в настоящее время, до каких температур нагреваются их обшивки, и в чем заключаются основные принципы теплозащиты космонавтов и оборудования. Кроме того, мы запланировали проведение собственных экспериментов по изучению жаропрочных свойств различных материалов.

### Введение

Сход с орбиты, движение в атмосфере и непосредственно посадка – самые опасные этапы в космическом полёте. Во-первых, из-за перегрузок. Во-вторых, из-за тяжелых температурных режимов. Гашение скорости спускаемого аппарата (СА) от орбитальной (~ 8000 м/с) до сотен м/с происходит при полёте в атмосфере. Простые расчёты показывают, что если бы вся кинетическая энергия металлического СА пошла на его нагревание, то энергии одного СА хватило бы, чтобы нагреть до температуры плавления и расплавить 40 таких аппаратов. Так же очень важно состояние самих космонавтов, ведь полет через плазму, который сопровождается потерей радиосвязи с Землей, представляется дополнительной психологической нагрузкой.

## Основные тезисы

В работе был исследован образец углеродной ткани (УТ), предоставленный компанией «Про Композит», официальным дистрибьютором Холдинговой Компании «Композит» РОС-НАНО. УТ была изготовлена путем переплетения пучков, состоящих из 300 углеродных нитей.

Эксперименты проводились с помощью датчиков «Кобра 4» «Термодинамика» компании RHYWE, микроскопов Биомед 1. Для изучения теплопроводности УТ и аэродинамических свойств 3D моделей СА были использованы установки лабораторной (экспериментальной) площадки образовательного ресурсного центра по направлению «Физика» в СПбГУ.

С помощью микроскопа мы установили, что углеродная нить очень гладкая и тонкая, без шероховатостей и боковых ворсинок, ее диаметр порядка 10 мкм, что хорошо согласуется с литературными данными. Прочность УТ существенно различна в продольном и поперечном направлениях. Показано, что в области видимого спектра УТ поглощает практически 99% энергии, что представляется удивительным, так как на просвет ткань кажется ажурной в местах переплетения нитей.

Изучение теплоизолирующих свойств привело к следующим выводам:

- 1) при нагревании УТ пламенем свечи от 25 до 5000С УТ тепло не отражала, не горела, не дымилась, во время опытов не появился никакой дополнительный запах. Однако, то место на ткани, которого касалось пламя, слегка посветлело (или стало более блестящим);
- 2) использование защитного покрытия понижало температуру более, чем в 5 раз;
- 3) два и четыре слоя УТ оказывают одинаковое теплозащитное действие.

Теплозащитные материалы – это композиты. Мы создали модель композиционного материала из углеродной ткани и керамической плитки. Плитка без углеродной ткани за 4 минуты нагрелась и треснула. Плитка, завернутая в углеродную ткань, выдержала более длительное воздействие высоких температур.

Метод теплозащиты с помощью разрушающихся материалов предложен уже достаточно давно и новизна здесь, только в применении новых материалов. В нашем случае – УТ.

Но существует и активные способы защиты от перегрева. Например, недавно предложен термоэмиссионный способ теплозащиты для сверхзвуковых летательных аппаратов ЛА [2]. Суть его состоит в следующем: наиболее нагреваемая часть аппарата должна состоять из внешней и внутренней оболочек. Внешняя сильнее нагревается и является катодом, из нее вылетают «горячие» электроны и осаждаются на аноде – внутренней электропроводящей оболочке. Часть энергии, унесенной электронами с катода, идет на нагревание анода, а остальная позволяет электронам, проходя в некоторой цепи, соединяющей анод и катод, совершать полезную работу, обеспечивая функционирование бортовых потребителей электрической энергии. Нам представляется, что этот способ можно использовать для защиты от перегрева не только сверхзвуковых ЛА, но и спускаемых космических аппаратов. Кстати сказать, УТ является отличным проводником (как медь, проверяли омметром).

## Заключение, результаты или выводы

1. К уменьшению аэродинамического нагрева приводит правильный выбор композиционных теплозащитных материалов, формы СА и формы траектории спуска.

2. Углеродное волокно – современный, ещё недостаточно широко используемый материал, перспективная основа для создания теплозащиты и конструкций.

3. В работе самостоятельно различными способами исследованы многие физические свойства углеродной ткани. Самое удивительное, что 1 слой визуально ажурной УТ оказывает такое же защитное действие, как и 4 слоя.

4. Термоэмиссионный способ тепловой защиты может оказаться эффективным в случае многоразовых СА.

5. Развитие сверхзвуковой плазменной аэродинамики не стремится избавить движущиеся на огромных скоростях тела от необходимости двигаться внутри горящего облака, а наоборот, доказывает, что, окружив сверхзвуковой самолет (или грузовик!!) плазмой, можно резко снизить сопротивление воздуха, увеличить скорость полета и сократить расход топлива.

В связи с этим разработка новых композиционных теплозащитных материалов становится современной и актуальной проблемой уже не только для космической промышленности.

### Список использованной литературы

1. <http://luboznatel.ru>
2. Колычев А.В. Активная тепловая защита элементов конструкции гиперзвукового летательного аппарата на новых физических принципах при аэродинамическом нагреве. – Электронный журнал «Труды МАИ, выпуск 51»
3. <https://www.popmech.ru/technologies/53071-kollektsiya-zabluzhdeniy-vkhodyashchiy-v-atmosferu-kosmicheskoy-korabl-nagrevatsya-ot-treniya-ob-vo/>

## Перспективный малый военный Экраноплан «Грифон»

*Иванов Данила Андреевич*

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

### Научный руководитель:

*Летовитез Александр Евгеньевич*

*ГБНОУ «СПБ ГДТЮ», педагог дополнительного образования*

### Аннотация

В данной работе показаны преимущества экранопланов и их отличительные черты от других видов авиатехники. Также в рамках данной работы с помощью современных 3D технологий разработан малый военный ЭП, который будет способен выполнять разные боевые задачи.

**Ключевые слова:** экраноплан, эффект экрана.

*«Не мир хочу я удивить,  
Не для забавы иль задора,  
А вас хочу лишь убедить,  
Что в воздухе везде опора...»  
П.Н. Нестеров*

### Цель работы

На основе 3D-технологий и знаний в области кораблестроения, авиационных конструкций и аэродинамики разработать экраноплан «Грифон» и его масштабную модель.

## Введение

В начале XX века было замечено, что самолёт при посадке опирается на «подушку из воздуха», которую позже назвали «эффектом экрана». Затем финским инженером Тойво Каарио был разработан первый экраноплан (ЭП). После войны в СССР начались активные разработки экранопланов, были созданы самые крупные экранопланы в мире. Позже за рубежом разрабатывались и другие экранопланы. После распада СССР все разработки военных экранопланов прекратились из-за отсутствия финансирования, несмотря на результаты, которые показали экранопланы.

## Основные тезисы

Экраноплан – высокоскоростное судно на динамической воздушной подушке, летящее в пределах действия аэродинамического экрана (на относительно небольших высотах) над поверхностью воды, льда, земли, снега. Площадь крыла при равных массах у самолёта больше чем у экраноплана. Экранопланы могут эксплуатироваться на тех маршрутах, где не могут пройти обычные суда, например, мель. Наряду с другими гидроаэродинамическими судами, экранопланы почти всегда обладают амфибийными свойствами.

В качестве названия для разработанного ЭП было выбрано имя мифологического существа с туловищем льва, головой орла и крыльями – Грифона. В процессе разработки были рассчитаны основные аэродинамические (расчет которых возможен без проведения опытов), и гидродинамические характеристики и параметры, а также проработан силовой набор для усиления прочности конструкции. В конструкцию были добавлены шасси (у большинства ЭП шасси отсутствуют), что позволяет ЭП «Грифон» совершать посадку не только на воду, снег и на гладкий лёд, но и на оборудованные для посадки обычных самолётов аэродромы или грунтовые взлётно-посадочные полосы, находящиеся недалеко от воды снега и льда. Профиль крыла сделан так, чтобы поток воздуха уже в начале крыла начал отражаться и давал бы лучший эффект экрана для экономии топливно-энергетических ресурсов.

## Заключение, результаты или выводы:

В результате разработанный ЭП «Грифон» экономичнее за счёт своей конструкции, как и любой другой ЭП и более скоростной, чем корабль, то есть он удовлетворяет тем основным современным требованиям, которые сейчас предъявляются к транспорту. Кроме того он имеет такие характеристики, как :

1. Простота конструкции;
2. Устойчивость на воде;
3. Манёвренность и быстрота.

В дальнейшем планируется проведение подробного исследования параметров гидродинамики ЭП «Грифон» для лучшего понимания поведения на воде, а так же аэродинамические эксперименты для более точного расчёта аэродинамических характеристик. В следствии возможны некоторые доработки конструкции для улучшения лётно-технических характеристик.

## Список использованной литературы:

1. Белавин, Н. И. Экранопланы (по данным зарубежной печати). — 2-е изд. — Л. : Судостроение, 1977. — 232 с.
2. Богданов, А. И. Разработка первых международных требований к безопасности экранопланов // Морской вестник: журнал. — 2005. — № 1. — С. 69—82.
3. Дементьев, В. А. Методологические аспекты создания экранопланов [Текст] : учеб. пособие / В. А. Дементьев, В. В. Крапивин. - Н. Новгород : Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р. Е. Алексеева, 2012. - 78 с. : ил. - Библиогр.: с. 71-78.

## Мониторинг арктических льдов при помощи данных ДЗЗ

*Магид Елена Алексеевна*

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

*Санкт-Петербург*

### **Научный руководитель:**

*Рыжиков Дмитрий Михайлович*

*ГБНОУ «СПБ ГДТЮ», педагог дополнительного образования*

### **Аннотация**

В качестве объекта исследования рассматриваются арктические льды и методы определения их характеристик дистанционно. По данным, полученным в результате обработки снимков, построены графики, на которых заметна тенденция уменьшения площади ледяного покрова в исследуемой области.

**Ключевые слова:** дистанционное зондирование Земли, мониторинг, арктические льды, космические снимки.

### **Цель работы**

Выявление изменения площади арктического льда методами ДЗЗ на примере участка в районе западной оконечности острова Большевик архипелага Северная Земля.

### **Введение**

Морской лед является важным геофизическим явлением. Актуальность изучения арктического льда значительно возросла в последние несколько десятилетий, когда изменение климата стало глобальной проблемой.

Регулярное получение информации о состоянии окружающей среды, о рисках, связанных с природными и антропогенными явлениями, об оценках и предсказаниях возможных последствий этих явлений являются необходимыми условиями хозяйственной деятельности. Данные спутникового дистанционного зондирования Земли играют важную роль в обеспечении хозяйственной деятельности. Методы спутникового дистанционного зондирования являются основными методами мониторинга ледяного покрова, обеспечивающими оперативное получение информации о его состоянии.

### **Основные тезисы**

Для достижения цели были решены следующие задачи:

1. Изучение материала по теме;
2. Получение и обработка данных о ледовой обстановке в указанном районе;
3. Освоение методики работы в программе ENVI;
4. Сравнение данных о состоянии льдов за последние 30 лет.

Итогом работы являются графики динамики изменений общей площади льда и площадей отдельных его типов за период с 1986 по 2018 годы. Из этих графиков следует, что площадь ледяных образований за сорок лет уменьшилась, а площадь, занимаемая открытой водой и начальными видами льда – увеличилась.

Такое изменение может быть вызвано повышением среднегодовой температуры в регионе. Однако необязательно, что причиной этого потепления является нарушение экологического равновесия. Базируясь на результатах многих зарубежных и отечественных

ученых, группа сотрудников ААНИИ разработала альтернативную теорию, объясняющую основные закономерности изменений климата Земли. Согласно этой теории, главной причиной изменений климата масштаба десятков и сотен лет являются естественные колебания полного потока солнечной энергии (электромагнитной и корпускулярной), поступающей к Земле. Большое количество споров вокруг данной темы подтверждает важность исследований в этой области.

Кроме экологического мониторинга, исследование арктических льдов играет важную роль в других направлениях. Актуальная информация о состоянии окружающей среды, рисках, связанных с природными и антропогенными явлениями, оценки и предсказания возможных последствий этих явлений являются необходимыми условиями хозяйственной деятельности. Данные спутникового дистанционного зондирования Земли играют в этом важную роль. Методы спутникового дистанционного зондирования являются основными методами мониторинга ледяного покрова, обеспечивающими оперативное получение информации о его состоянии.

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

Результатом проделанной работы являются графики, отражающие изменения площади ледового покрова у побережья острова Большевик. На графиках заметна тенденция уменьшения площади ледяного покрова. Вероятно, причина сокращения количества арктических льдов в конце летнего периода связана с потеплением климата. Однако недавние данные наблюдений указывают на замедление потепления в Арктике, что свидетельствует об актуальности мониторинга климата Арктики, тем более что глобальные модели климата все еще отстают в описании реальных изменений.

### **Список использованной литературы**

1. Александров В.Ю. Спутниковый радиолокационный мониторинг морского ледяного покрова : дис....доктор физ.мат. наук: 25.00.28 / Александров Виталий Юрьевич. - Спб., 2010. - 349 с.
2. Алексанин А.И., Кубряков А.А., Левин В.А., Станичный С.В. Спутниковое информационное обеспечение для организации разведки и эксплуатации нефтегазовых месторождений в арктических морях / Алексанин А.И., Кубряков А.А. и др., // Арктика: экология и экономика. - М., 2015. - №1(17). - С. 52-63.
3. Асмус В.В., Кровотынцев В.А., Пяткин В.П. Космический мониторинг ледяных полей Арктики и Антарктики / Асмус В.В., Кровотынцев В.А., Пяткин В.П. // Интерэкспо Гео-Сибирь. - Новосибирск, 2010. - С. 153–160.
4. Захваткина Н.Ю. Наблюдение ледяного покрова с помощью радиолокационных систем дистанционного зондирования // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 4. - С.25-27.
5. Левин В.А., Алексанин А.И., Алексанина М.Г., Бабяк П.В., Громов А.В., Наумкин Ю.В., Фомин Е.В., Стопкин М.В. Спутниковый мониторинг ледовой обстановки в Охотском море / Левин В.А., Алексанин А.И. и др. // Земля из космоса. - 2011 - №10 - С. 44—49.
6. Смирнов В.Г. Спутниковые методы определения характеристик ледяного покрова морей. - Спб. : ААНИИ, 2011. - 238 с.
7. Тихонов В.В., Раев М.Д., Шарков Е.А., Боярский Д.А., Репина И.А., Комарова Н.Ю. Мониторинг морского льда полярных регионов с использованием спутниковой микроволновой радиометрии / Тихонов В.В., Раев М.Д. др. // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. -М., 2015. - Т. 12, № 5. - С. 150–169.

## Крупногабаритные конструкции на базе группировки спутников «АнСат»

*Григорьев Михаил Сергеевич*

*ГБНОУ «СПБ ГДТЮ», Юношеский клуб космонавтики имени Г.С. Титова  
Санкт-Петербург*

### **Научный руководитель:**

*Жуковский Валерий Филиппович*

*ГБНОУ «СПБ ГДТЮ», заведующий сектором, педагог дополнительного образования, кандидат технических наук*

### **Аннотация**

В данной работе рассматривается создание группировки спутников «АнСат» в рамках проекта Юношеского клуба космонавтики. Данная работа призвана рассмотреть особенности группировки и возможность создания на ее базе крупногабаритных конструкций, рассмотреть возможности применения данной системы на примере космической электростанции.

**Ключевые слова:** спутник «АнСат», крупногабаритные конструкции, космические солнечные электростанции (КСЭС), группировка спутников, плёночная солнечная батарея, демонстрационный стенд.

*«То, что казалось несбыточным на протяжении веков, что вчера было лишь дерзновенной мечтой, сегодня становится реальной задачей, а завтра – свершением»  
Сергей Павлович Королев*

### **Цель работы**

Формирование основных тактико-технических характеристик группировки спутников «АнСат». Предложение по практическому применению рассматриваемой системы.

### **Введение**

«АнСат» – группировка спутников, состоящая из нескольких «наноспутников», связанных между собой механически, информационно и энергетически. Формфактором группировки является правильная шестигранная призма. Данная форма является оптимальной и даёт такие свойства как:

1. Равномерный роспуск группировки
2. Масштабируемость
3. Компактное транспортное состояние

На орбиту Земли спутник доставляется в сложенном состоянии. В связи с этим форма отдельно взятого спутника – сота, равная шестиугольная призма. Эта форма является оптимальной: все спутники группировки компактно складываются, между ними почти не остается зазоров.

### **Основные тезисы**

Группировка спутников «АнСат» – это крупногабаритная многоуровневая конструкция, обладающая свойством масштабируемости. Так как конструкция является

масштабируемой, то возникает вопрос подсчёта элементов, входящих в систему, таких как спутники-модули, связи и сектора.

Следующий вопрос – это весовой расчёт группировки. Для расчёта веса всей группировки нужно учитывать такие критерии, как вес спутников-модулей со всей встроенной в них механикой и электроникой, вес механических связей и вес солнечного паруса (плёнки).

Однако из-за наличия плёнки была необходимость разработки системы роспуска паруса и методик его раскрытия. В ходе исследования была придумана система роспуска, удовлетворяющая всем необходимым условиям группировки.

Ещё одним уникальным свойством конструкции «АнСат» является возможность создания объёмных крупногабаритных конструкций. Одним из видов такой конструкции может являться конструкция в форме тетраэдра.

Благодаря возможности свободного доступа к солнечной энергии, была выдвинута идея применения группировки, как космической солнечной электростанции (КСЭС). Это может произойти благодаря огромным рабочим площадям, а также плёнке, натянутой в пространстве внутри секторов. Данная плёнка, способна с 1 м<sup>2</sup> вырабатывать мощность равную 100 Вт, которую затем можно передавать с помощью систем бесконтактной передаче энергии, таких как лазер и СВЧ-сигнал.

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

В ходе данной работы были сформированы основные тактико-технические характеристики группировки спутников «АнСат». А также было выдвинуто предложение по применению группировки, как космической солнечной электростанции. Также в ходе работы был создан стенд роспуска плёночной солнечной батареи.

### **Список использованной литературы**

1. Райкунов Г. Г; Комков В.А; Сысоев В. К. «Космические солнечные электростанции - проблемы и перспективы». - М.: Российский университет дружбы народов, 2017. - 282 с.

## **Центр связи с космическими аппаратами**

*Слоква Алексей Викторович*

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

*Санкт-Петербург*

### **Научный руководитель:**

*Жуковский Валерий Филиппович*

*ГБНОУ «СПБ ГДТЮ», заведующий сектором, педагог дополнительного образования, кандидат технических наук*

### **Аннотация**

В работе описываются история и причины создания коллективного доступа к Центру связи с космическими аппаратами, а также преимущества и принцип работы созданного нами решения.

**Ключевые слова:** центр связи с космическими аппаратами, коллективный доступ, multicast, web, WebSocket.

## Цель работы

Разработать альтернативу программе «Orbitron», обеспечить удаленный доступ к администрированию Центра связи с космическими аппаратами и коллективный доступ к данным со спутников.

## Введение

Разработка Центра связи с космическими аппаратами (ЦССКА) ведется в рамках проекта «AnSat», где он будет осуществлять связь с группировкой спутников, метеорологических спутниками и с МКС. Планируется, что наша группировка спутников будет работать в CW модуляции.

## Основные тезисы

Изначально ЦССКА мог работать лишь с метеорологическими спутниками серии NOAA, поэтому мы нашли и настроили программное обеспечение для приёма CW модуляции в автоматическом режиме, а также разработали программное обеспечение для интерпретации полученных данных со спутника.

Одним из компонентов этой схемы является программа «Orbitron». У этой программы есть 2 важных недостатка, которые мешают работе ЦССКА:

1. «Orbitron» может работать лишь в полуавтоматическом режиме
2. Большие интервалы между вычислениями текущего положения спутника

Из-за этих недостатков было принято решение заменить «Orbitron» на собственную разработку. Также, нам хотелось привлечь учащихся клуба космонавтики в процесс приёма и расшифровки данных со спутника, поэтому было принято решение разделить задачи на разные машины.

Благодаря этому решению система получила новые свойства:

1. Модульность
2. Масштабируемость
3. Отказоустойчивость

Предполагается, что каждый желающий взаимодействовать с системой будет запускать свой, специализированный на одной задаче, сервер. На одной машине может быть несколько таких серверов. Именно с ними пользователь через веб-интерфейс будет взаимодействовать (настраивать сервер и получать информацию). Связь браузера с сервером осуществляется по средствам технологии «WebSocket». Сигнал со спутника передается по мультикасту, это обеспечивает масштабируемость с минимальным увеличением нагрузки на сеть [1]. Сервера делятся на 2 типа:

1. Сервер администрирования
2. Сервера обработки

Сервер 1 типа запускается в единственном экземпляре, он является основой (ядром) системы. Сервера 2 типа запускают пользователи для обработки сигнала со спутника. Для управления ЦССКА пользователю необходимо запросить разрешение у администратора. Управление ЦССКА происходит через браузер.

Для работы с АФУ и трансивером было решено использовать библиотеку «HamLib», позволяющую через TCP/IP сокет [2] изменять конфигурацию оборудования [3]. А для передачи сигнала со спутника планируется использовать систему «PulseAudio», которая позволяет передавать звук (демодулированный сигнал со спутника) по мультикасту [4].

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

На данный момент все технологии и программное обеспечение, описанные в работе, протестированы, а также активно идут работы по созданию серверов и интерфейса для комфортной работы с системой.

### **Список использованной литературы**

- [1] Марат. Сети для самых маленьких. Часть девятая. Мультикаст [Электронный ресурс] : Хабр. - Электрон. Текст. Дан. - Режим доступа : <https://habr.com/ru/post/217585/>. - Рус. яз
- [2] Network Device Control [Электронный ресурс] : Hamlib wiki. - Электрон. Текст. Дан. - Режим доступа : <https://github.com/Hamlib/Hamlib/wiki/Network-Device-Control>. - Англ. яз
- [3] Radio Control Program [Электронный ресурс] : Hamlib wiki. - Электрон. Текст. Дан. - Режим доступа : <http://hamlib.sourceforge.net/pdf/rigctl.1.pdf>. - Англ. яз
- [4] Dan. Multi-room audio with multicast RTP [Электронный ресурс] : Right Angles. - Электрон. Текст. Дан. - Режим доступа : <http://www.danplanet.com/blog/2014/11/26/multi-room-audio-with-multicast-rtp>. - Англ. Яз

## **Использование цифровой топографии для оценки измерения рельефа местности в ходе высадки морского десанта»**

*Хромов Тимофей Сергеевич*

*ФГКОУ Нахимовское ВМУ МО РФ*

*Санкт-Петербург*

### **Научный руководитель:**

*Слепова Анна Германовна*

*Янчевская Ольга Владиславовна*

*НВМУ, преподаватели физики ОД «Физика, Химия, Биология»*

### **Аннотация**

Для сокращения боевых потерь в ходе высадки морского десанта предложен новый способ оценки измерения рельефа местности при помощи беспилотных летательных аппаратов. В ходе работы определяется необходимое количество БЛА. Производится подбор технических средств и рассчитываются характеристики производства цифровой аэрофототопографической съёмки.

**Ключевые слова:** Орлан-10, триангуляция, фотограмметрия, ВС РФ, пиксель, галс, рельеф.

*«Истинную цену жизни знает только десантник.*

*Ибо он чаще других смотрит смерти в глаза»*

*В. Ф. Маргелов*

### **Цель работы**

Разработка способа производства цифровой аэрофототопографической съёмки для оценки изменения рельефа местности в ходе высадки морского десанта.

## Введение

Одним из видов боевого обеспечения высадки морского десанта является топогеодезическое обеспечение, в частности, такое обеспечение необходимо для привязки боевых порядков, картографирования района высадки десанта, изготовление, издание специальных карт и фотодокументов местности и обеспечение ими войск (сил) морского десанта, ведение топографической разведки, представления своевременных и точных сведений об изменении ландшафта после воздействия на него вооружения сил и войск высадки морского десанта, а также результатов противодействия войск противника. Одним из перспективных направлений, позволяющих определить изменение рельефа местности в ходе ведения на нем боевых действий, является цифровая фототопография. Цифровая фототопография является разделом фотограмметрии, позволяет определить по снимкам исследуемого объекта его форму, размеры и пространственное положение в заданной системе координат, а также его площадь, объём, различные сечения на момент съёмки и изменения их величин через заданный интервал времени. Фотограмметрическая обработка снимков, полученных в ходе аэрофототопографической съёмки, имеет следующие преимущества: по снимкам объекта можно получить числовую информацию о нём; числовую и графическую информацию об объекте можно получить, не вступая с ним в контакт, когда объект недоступен для человека или находится в среде, опасной для его жизни. С учётом этого цифровая фототопография используется:

- для определения деформаций сооружений и их отдельных частей, происходящих в ходе эксплуатации и с течением времени. Например, сравнение измерений, проведённых по стереопарам моста или подъёмного крана, полученных до их нагрузки, во время нагрузки и после, позволяет определить их деформации в зависимости от веса нагрузки;
- для определения характеристик движущихся объектов: транспортных средств, ковша экскаватора, ракет, снарядов, элементарных частиц при проведении ядерных исследований и т.п.;
- при изысканиях железных и автомобильных дорог, трасс трубопроводов, линий электропередач и других линейных объектов;
- при гидротехнических, гляциологических, геологических, географических, топографических изысканиях и исследованиях;
- для фиксации и составления плана дорожно-транспортного происшествия или места преступления;
- для определения по снимкам цифровых характеристик рельефа местности.

Для производства цифровой аэрофототопографии используются летательные аппараты, в том числе и беспилотные. Летательные аппараты производят полет над исследуемым районом местности таким образом, чтобы получить фотографии одних и тех же объектов с разных сторон. Поэтому, для построения цифровой модели рельефа местности необходимо пролететь над объектом несколько раз с разных сторон. Однако использование цифровой фототопографии для оценки изменения рельефа местности в ходе ведения боевых действий, в частности, высадки морского десанта вызывает ряд проблем. Основной из них является необходимость действия в условиях возможного противодействия со стороны противника. В таких условиях пролет летательных аппаратов над одним районом местности несколько раз маловероятен

## Основные тезисы

Возникает противоречие между необходимостью получения оперативной информации об изменении рельефа местности в ходе высадки морского десанта, в том числе

и с использованием перспективных способов цифровой фототопографической съемки и невозможностью проводить данные изыскания существующими способами. Решить данную проблему возможно, увеличив количество летательных аппаратов для одновременного производства фототопографической съемки с разных сторон и разработать маршрут их полета.

1. Провести анализ существующих способов цифровой аэрофототопографической съемки.

2. Сформулировать требования для производства цифровой аэрофототопографической съемки с нескольких беспилотных летательных аппаратов.

3. Провести подбор технических средств и рассчитать характеристики производства цифровой аэрофототопографической съемки с нескольких беспилотных летательных аппаратов.

4. Обосновать необходимое и достаточное количество беспилотных летательных аппаратов для производства фототопографической съемки в условиях высадки морского десанта и определить маршрут съемки.

Личный вклад автора заключается в производстве анализа существующего положения рассматриваемой проблемы, формулировании требований к групповому применению беспилотных летательных аппаратов для производства цифровой аэрофототопографической съемки с нескольких, расчета характеристик производства цифровой аэрофототопографической съемки и обосновании необходимого и достаточного количества беспилотных летательных аппаратов для выполнения данной задачи.

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

Практическая значимость работы заключается в предоставлении актуальной оперативной информации командованию об изменении рельефа местности в ходе высадки морского десанта посредством группового применения беспилотных летательных аппаратов при производстве цифровой аэрофототопографической съемки.

### **Список использованной литературы**

1. ГОСТ Р 52 369-2005. Фототопография. Термины и определения.
2. Основные положения по аэрофотосъемке, выполняемой для создания и обновления топографических карт и планов. ГКИНП-09-32-80. - м.: «Недра», 1982.
3. <https://books.ifmo.ru/file/pdf/431.pdf>
4. <https://books.ifmo.ru/file/pdf/343.pdf>
5. [http://aco.ifmo.ru/upload/publications/book\\_holography\\_2009.pdf](http://aco.ifmo.ru/upload/publications/book_holography_2009.pdf)