

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»**  
*XV Открытой юношеской  
научно-практической конференции*  
**«БУДУЩЕЕ СИЛЬНОЙ РОССИИ –  
В ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЯХ»**

*7 – 9 апреля 2021 года,  
Санкт-Петербург*

*«Будущее сильной России – в высоких технологиях»  
сборник тезисов XV Открытой юношеской научно-практической конференции,  
ГБНОУ «СПБ ГДТЮ», – СПб, 2021, 10 томов по секциям.*

Секция: Аэрокосмическая техника и технологии

В сборнике представлены тезисы исследовательских работ участников XV Открытой юношеской научно-практической конференции «Будущее сильной России – в высоких технологиях», которая будет проводиться 7 – 9 апреля 2021 года в Государственном бюджетном нетиповом образовательном учреждении «Санкт-Петербургский городской Дворец творчества юных» (Санкт-Петербург). Сборник представлен комплектом из 10 томов, в каждом из которых собраны тезисы по одной секции конференции.

Отпечатано РИС ГБНОУ «СПБ ГДТЮ», тираж 17 экз.

*Сборник тезисов работ*  
**участников секции**  
**«Аэрокосмическая техника и технологии»**  
*XV 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 2021 году в Санкт-Петербурге в 15-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.

Организаторы конференции: Санкт-Петербургский городской Дворец творчества юных, Акционерное общество «Научно-производственное предприятие «Радар ммс», при поддержке Комитета по образованию Санкт-Петербурга, Комитета по промышленной политике, инновациям и торговле Санкт-Петербурга, Комитета Санкт-Петербурга по делам Арктики.

# Перспективы применения ионных двигателей в космонавтике

## **Кобзев Арсений Викторович**

ГБНОУ «Санкт-Петербургский городской Дворец творчества юных», Юношеский клуб космонавтики им. Г.С. Титова

Санкт-Петербург

Научный руководитель: Грачев Герман Александрович

### **Аннотация**

Ионный двигатель – это тип электрического ракетного двигателя, принцип работы которого основан на ионизации газа. В работе проанализированы перспективы применения ионных двигателей в космонавтике. Приведены наглядные примеры КА, которые используют их, указаны характеристики ионного двигателя. Выявлены преимущества и недостатки.

### **Ключевые слова**

Ионный двигатель, ионы, катод, катодная сетка, применение, характеристики

### **Эпиграф**

Электрическая тяга превосходит ожидания

### **Цель работы**

Определить перспективы применения ионных двигателей в космонавтике.

### **Введение**

Работа посвящена ионным двигателям, подробно разобран принцип работы ионных двигателей, рассказано о технических характеристиках. Также рассмотрено применение ионных двигателей на действующих космических аппаратах, проанализированы преимущества и недостатки, выявлены перспективы применения этих двигателей в космонавтике.

### **Основные тезисы**

Ионный двигатель — тип электрического ракетного двигателя, принцип работы которого основан на создании реактивной тяги на базе ионизированного газа, разогнанного до высоких скоростей в электрическом поле. Электрическое поле представляет собой особый вид материи, связанный с электрическими зарядами и передающий действия зарядов друг на друга. Ионизация — эндотермический процесс образования ионов из нейтральных атомов или молекул. В вакуумных электронных приборах катод — электрод, который является источником свободных электронов, обычно вследствие термоэлектронной эмиссии. Термоэлектронная эмиссия — явление выхода электронов из твердого тела, металла и полупроводников в свободное пространство, обычно в вакуум или разреженный газ при нагреве его до высокой температуры. Электрод — электрический проводник, имеющий электронную проводимость и находящийся в контакте с ионным проводником — электролитом (ионной жидкостью, ионизированным газом, твердым электролитом). Сетка — электрод электронной лампы, находящийся в потоке электронов между анодом и катодом и не перекрывающий его полностью.

## **Заключение, результаты или выводы**

Абсолютно точно можно сказать, что ионные двигатели имеют большие перспективы. Даже сейчас они установлены на некоторых КА. В своей нише ионные двигатели имеют достаточно хорошие показатели за счёт своего длительного срока службы. Эти двигатели очень хорошо подходят для дальних миссий на другие планеты, и если спешить со скоростью некуда, тогда это хороший вариант.

## **Список использованной литературы и источников**

1. Hi-News.ru
2. habr.com
3. pikabu.ru
4. zen.yandex.ru
5. dic.academic.ru

# **Центр управления полётами. Разработка технологии для показа 3D модели Солнечной системы**

## ***Суров Максим Дмитриевич***

ГБНОУ «Санкт-Петербургский городской Дворец творчества юных», Юношеский клуб космонавтики им. Г.С. Титова

Санкт-Петербург

Научный руководитель: Жуковский Валерий Филиппович

## **Аннотация**

В Центре управления полётами Юношеского клуба космонавтики им. Г.С.Титова (ЦУП ЮКК) планируется расположить стену экранов – большие экраны, соединёнными между собой, для визуализации 3D контента. На данный момент разработан концепт программы 3D модели Солнечной системы. Программа написана на JavaScript с использованием библиотеки Three.js, реализована возможность в будущем добавлять другие 3D объекты. Также для экономии времени предложена возможность загрузки необходимой информации на каждый из экранов стены при помощи WebSocket вместо протокола http.

## **Ключевые слова**

ЦУП, стена экранов, протокол http, WebGL, библиотека Three.js

## **Цель работы**

Реализовать возможность отображения на стене экранов ЦУП ЮКК 3D объектов на примере 3D модели Солнечной системы.

## **Введение**

ЦУП ЮКК предназначен для управления космическими, воздушными и наземными объектами и их математическими моделями. ЦУП ЮКК включает в себя как большие экраны визуализации (стена экранов), так и отдельные автоматизированные рабочие места управления (АРМ). Создание ЦУП ЮКК связано с многими задачами. Одной из них является отображение информации на стене экранов. Стену планируется создавать при помощи совмещённых друг с другом экранов, которые будут показы-

вать единое изображение, распределённое на них. При этом 3D модель Солнечной системы является программой, написанной на браузерном языке программирования — JavaScript (JS), с использованием библиотеки Three.js, которая использует WebGL, что позволяет пользоваться графическим процессором для ускорения работы.

### **Основные тезисы**

На данный момент реализован концепт программы 3D модели Солнечной системы, согласно которому:

1. Каждый объект считается самостоятельным и хранится в файле формата svg, который позволяет размещать внутри JS код. Svg при загрузке на html-документ при помощи тега `object` создаёт в нём отдельный документ, который может иметь одинаковые с основным html-документом названия переменных, и они не будут вызывать ошибки.
2. У объектов указывается название родителя (название объекта, к которому следует присоединить его) и собственное имя.
3. JS код, который объединяет объекты между собой находится в html-документе.
4. Каждый объект имеет обязательно 4 функции, которые могут вызываться вышеупомянутым кодом:
  - a. `get(data)` — возвращает свойство, имеющее название `data`, JS объекта (`datarefs`), содержащего параметры объекта.
  - b. `set(type,data)` – выполняет лежащую внутри `svg` функцию с названием `type` и аргументом `data`.
  - c. `init(Three,callback)` – формирует 3D объект и сохраняет в `datarefs`. Аргументы `Three` – ссылка на объект библиотеки; `callback` – ссылка на функцию, которая находится в заранее загруженном JS файле (см. п. 3).
  - d. `callback(data)` – функция, которая вызывается внутри `svg` после завершения каких-либо действий или для запроса информации у клиента и отправляет html-документу какую-либо информацию, например, о том, что 3D объект готов.
5. По завершении загрузки `svg` файла вызывается событие `onload`, которое провоцирует срабатывание функции `init` в `svg` файле.

Для разделения изображения на части, чтобы их расположить на отдельных экранах планируется использовать метод, вызываемый у `Three.js` камеры. Однако перед началом работы стены экранов требуется загрузить алгоритмы и файлы `svg` на каждый экран. Классический протокол передачи данных, который используется в интернете называется `http`, был создан в 1990-х годах. Он работает по принципу запрос-ответ, то есть экран при первом запросе к серверу в ответ получит гипертекст для формирования основного html-документа. Основной html-документ будет содержать ссылки на другие файлы, которые экран тоже начнёт запрашивать. Подобная процедура повторяется для каждого экрана, и при увеличении количества экранов в стене время загрузки будет возрастать. Однако при первом запросе сервер знает, какие ссылки содержатся в html-документе, и может отправить их сразу без дополнительных запросов.

С начала 2010-х годов была предложена технология `WebSocket (WS)`. Она позволяет свободно обмениваться данными между клиентом и сервером. Концепт передачи html-документа и файлов выглядит следующим образом:

1. По протоколу `http` каждому экрану передаётся базовый html-документ, который содержит JS код для создания `WS` и описания основных его функций (при получении сообщения, ошибки, закрытия соединения и т. д.), а также для создания двух масси-

вов: для сохранения загруженных файлов и инструкций. Тем не менее клиент будет сохранять возможность запроса к серверу для получения дополнительных файлов.

2. Как только устанавливается соединение, экран по WS посылает сообщение о готовности.

3. Затем сервер отправляет гипертекст html-документа, в котором отсутствуют ссылки (но те теги, которые должны их иметь, содержат id), а также отправляет JSON сообщение с инструкциями, в какие теги должны поместиться файлы (указывается id тега и ссылка на файл). А далее сервер отправляет эти самые файлы (клиент получает название ссылки на файл и сам файл в виде бинарного массива).

4. Полученные инструкции записываются в один массив, а файлы в другой (см. п. 1). При изменении какого-либо из массивов, а также при появлении нового гипертекста html срабатывает функция, которая выставляет в теги ссылки на соответствующие файлы, если они присутствуют, а соответствующий пункт инструкции из массива удаляется. Это позволяет асинхронно (т.е. не в определённой последовательности) загружать информацию. При этом для запуска стены экранов можно дожидаться подключения всех экранов по WS, а затем отправить всю информацию один раз для ещё большей экономии времени.

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

Созданы концепты программы 3D модели Солнечной системы и её загрузки на стену экранов ЦУП ЮКК.

### **Список использованной литературы и источников**

Вильданов А.Н. 3D-моделирование на WebGL с помощью библиотеки Three.js: учебное пособие. Уфа: Изд-во РИЦ БашГУ, 2014. 113 с.

## **Двигатель для сверхманевренного самолета-истребителя**

### ***Мишурова Виолетта Данииловна***

Гимназия № 171 Центрального района

Санкт-Петербург

Научный руководитель: Летовитез Александр Евгеньевич

### **Аннотация**

В данной работе рассматривается проект по модернизации турбореактивного двухконтурного двигателя с форсажной камерой. Такой двигатель должен обеспечивать самолет высотой 18 км, скоростью  $M=2.2$  и малозаметностью. Наличие такого двигателя позволит истребителю быть более мобильным, сверхманевренным и успешным в бою

### **Ключевые слова**

ТРДД Ал-31Ф, сверхманевренность, малозаметность, радиолокатор, инфракрасное излучение

### **Эпиграф**

«Турбина крутится – техник стоит, турбина стоит – техник крутится»

## **Цель работы**

Модернизация ТРДДФ

## **Введение**

Разработка усовершенствованного двигателя прежде всего необходима в ближнем бою. Угловая скорость пролетающей рядом цели может быть высокой, поэтому истребитель должен успевать поворачиваться на цель для выполнения необходимой атаки. Кроме того, для защиты – сверхманевренный самолет должен иметь возможность спокойно уйти от удара. Также истребитель нужно обеспечить малозаметностью.

## **Основные тезисы**

За основу модернизации был взят ТРДД Ал-31Ф. Для обеспечения двигателей малозаметностью нужно учесть 2 фактора: отображение на радиолокаторе и в инфракрасном излучении. В первом случае отображаются ЭМ-волны от лопаток, которые сделаны из металла, поэтому можно заменить этот материал на другой, который будет поглощать ЭМ-волны, или создать для лопаток "оболочку". Во втором же случае на инфра-спектре виден испускающийся из сопла высокотемпературный газ. Чтобы предотвратить это, нужно использовать плоское сопло, которое будет рассеивать струю. Чтобы самолет-истребитель был сверхманевренным, необходим УВТ, то есть использование плоского сопла.

## **Заключение, результаты или выводы**

В ходе представления проекта мы выполнили поставленную нами цель – модифицировали ТРДД Ал-31Ф, чтобы он обладал скоростью  $M=2.2$ , высотой 18000 м, был малозаметным и сверхманевренным.

## **Список использованной литературы и источников**

1. <http://xn--80aafy5bs.xn--p1ai/aviamuseum/dvigateli-i-vooruzhenie/aviamotorostroenie/aviamotory-sssr/turboreaktivnye/turboreaktivnyjaviatsionnyj-dvigatel-al-31f/>
2. <http://www.airwar.ru/enc/engines/al37fp.html>
3. <https://naukatehnika.com/novoe-radiopogloshayushee-pokrytie-rpm-sa-n.html>
4. <https://topwar.ru/100229-snizhennuyu-infrakrasnyu-signaturu-nelzya-nedoocenivat-tonkosti-vozdushnoy-ohoty-s-vyklyuchennymi-radarami.html>
5. <http://qrzex.com/radiolokachia-v-aviachii/>
6. <http://otvaga2004.ru/kaleydoskop/kaleydoskop-air/5-6-pokoleniye-5/>
7. Ильин В., Левин М. "Бомбардировщики" Москва, Виктория-АСТ

# **Индивидуальное средство передвижения "Скат"**

## **Иванов Данила Андреевич**

БГТУ «Военмех» им. Д. Ф. Устинова

Санкт-Петербург

Научный руководитель: Чириков Сергей Алексеевич

## **Аннотация**

На базе Студенческого конструкторского бюро БГТУ «Военмех» на данный момент разрабатывается малый военный экраноплан «Грифон», в процессе разработки которого была обнаружена проблема взлёта и стабильного полёта экраноплана. Было



принято решение рассмотреть эту проблему локально и решить её. Так появился проект "Скат", направленный на решение этой проблемы.

### **Ключевые слова**

Подводное крыло, экранный эффект

### **Эпиграф**

"Вот и остается пожалеть,  
О речфлоте том, что потеряли.  
О крылатых сказочных судах,  
Тех, что по реке нашей летали."  
Валентина Шеломова

### **Цель работы**

Исследование возможности объединения в одну систему экранного эффекта и подводного крыла.

### **Введение**

На сегодняшний день проблема самостабилизации экраноплана не решена. Экраноплан неустойчив по причине изменения воздушного потока под крылом при волнении, поэтому для нормального полёта экраноплану необходимо наличие технически сложной системы автоматического управления. Данный проект нацелен на решение этой проблемы, результаты работ по которому будут применены в проекте перспективного малого военного экраноплана «Грифон».

### **Основные тезисы**

На рынке досок для сёрфинга есть доска с подводным крылом – фоилборд. Фоилборд – это доска для серфинга или кайтинга, оборудованная подводным крылом. Такая конструкция позволяет «оттолкнуть» доску от поверхности воды на различных скоростях. Самым главным преимуществом фоилборда считается отсутствие трения доски о воду. Благодаря тяге лебедки, троса или купола, райдер может подняться над поверхностью на расстояние до полуметра, не потеряв равновесия и развивая гораздо большие скорости в сравнении с традиционными конструкциями [1]. При этом фоилборд имеет ряд существенных минусов, что заметно сужает круг потребителей. Для катания на фоилборде необходима более сложная и серьёзная подготовка, чем для обычной доски для сёрфинга, так как удерживание фоилборда на подводном крыле – трудная задача.

На основании этого решено изготовить аппарат, который будет иметь сходства с электро-фоилбордом, но на котором смог бы покататься любой желающий. Достичь этого планируется именно за счёт самостабилизации аппарата. Будет использовано преимущество экранного эффекта и подводного крыла. Подводное крыло будет осуществлять непосредственно подъём аппарата, корпус будет выполнен в виде профиля крыла, для обеспечения необходимого экранного эффекта. За счёт сочетания этих двух элементов будет достигнута самостабилизация аппарата без использования систем автоматического управления, и тот, кто будет передвигаться на «Скате», должен будет только регулировать тягу электродвигателя.

## **Заключение, результаты или выводы**

В результате начальных работ были проанализированы средства передвижения подобного класса. После данного поиска сделан вывод о том, что ни одно средство не сочетает в себе и экранный эффект, и подводное крыло, следовательно, «Скат» будет уникальным в своём классе. Благодаря экранному эффекту, «Скат» можно использовать и в спасательных целях, так как грузоподъёмность позволит перевозить спасательное оборудование.

## **Список использованной литературы и источников**

1. Что такое фойлборд [Электронный ресурс ] // Вода-Берег – яхты, страны, путешествия, lifestyle: [сайт]. URL: <https://vodabereg.ru/lifestyle/chto-takoe-foilbord/> (дата обращения: 29.01.2021).
2. Серфинг с подводным крылом. SUP FOIL и foil surfing [Электронный ресурс ] // – яхты, страны, путешествия, lifestyle: [сайт]. URL: <https://sup-shop.ru/blog/sup-foil-i-foil-surfing-/> (дата обращения: 29.01.2021).

# **Многофункциональный истребитель нового поколения**

## ***Добрецов Василий Викторович***

ГБНОУ «Санкт-Петербургский городской Дворец творчества юных», Юношеский клуб космонавтики им. Г.С. Титова

Санкт-Петербург

Научный руководитель: Алёшкин Владимир Алексеевич

## **Аннотация**

Темой работы является первичная разработка многофункционального истребителя нового поколения, способного выполнять разнообразные боевые задачи. Объектом исследования, соответственно, является сам истребитель.

## **Ключевые слова**

Истребитель 5-го поколения, стелс, скрытность, манёвренность

## **Цель работы**

Первичная разработка проекта истребителя нового поколения.

## **Введение**

При подготовке к разработке аппарата мною были проанализированы имеющиеся на вооружении ведущих мировых держав истребители. Следующим шагом стала разработка характеристик летательного аппарата, и моделирование чертежей в различных проекциях, в том числе чертежа компоновочного, то есть примерно показывающего, что, где, и как в моём истребителе расположено.

## **Основные тезисы**

Особенностями данной боевой машины являются: во-первых, использование одного двигателя вместо двух, что положительно сказывается на цене каждой произведённой машины. При этом, продублированы все возможные системы, так что

отказ двигателя ничтожно маловероятен. В двигателе используется сопло эллипсоидной формы, объединяющей в себе преимущества как плоского сопла, так и круглого. В целях защиты от радиолокаторов, будет использовано новейшее радиопоглощающее покрытие, а на данный момент ещё и минимизировано количество плоскостей, куда может отразиться луч от радиолокатора. Самолёт спроектирован по интегральной схеме, с использованием оперения схемы «горизонтальный триплан». Пилотирование выполняется как из кабины, так и с земли, что, при необходимости, позволяет использовать истребитель в качестве беспилотника.

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

В рамках проекта был разработан многофункциональный истребитель нового поколения, удовлетворяющий поставленным задачам.

### **Список использованной литературы и источников**

1. F-22 `Рэптор` и JSF. Американские истребители пятого поколения, И. В. Кудишин, АСТ, Астрель, 2014
2. Hebert, Adam J. Fighter generations. // Air Force Magazine, September 32 (2008). (англ.)
3. Tirpak, John A. The sixth generation fighter. Air Force Magazine 92.10 (2009). (англ.)
4. Chiesa, Sergio, Marco Fioriti. About Feasibility of a 5th Generation Light Fighter Aircraft. // Journal of mechanics engineering and automation 4.5 (2014): с. 441-450.

## **Космические роботы**

### ***Карнов Михаил Борисович***

МБОУ Гатчинская СОШ № 9

Гатчина

Научный руководитель: Уханёва Вера Андреевна

### **Аннотация**

Покорение космического пространства до сих пор ведётся автоматизированными системами различной сложности. Наши детские разработки являются этапом подготовки к изучению робототехнических комплексов. Мы программируем микроконтроллер и разрабатываем возможности применения различных датчиков для определения различных параметров.

### **Ключевые слова**

Микроспутник, CanSat, датчики, программирование, виды космических роботов

### **Цель работы**

Выбор будущей профессии

### **Введение**

Перейдя в старшую школу передо мной остро встал вопрос выбора будущей профессии. С детства мечтая стать космонавтом, я старался выбрать профессию смежную с этой направленностью. Выбирая из множества вариантов я остановился на профессии робототехник.

## **Основные тезисы**

1. Классификация роботов
2. Простейшие роботы космические спутники
3. Обзор планетоходов
4. Создание микроспутника на основе программы CanSat
5. Результаты практических испытаний
6. Личные качества для конструктора космической робототехники

## **Заключение, результаты или выводы**

Изучив теоретическую часть профессии и попробовав себя на практике, я понял, что это то, чем я хочу заниматься дальше.

## **Список использованной литературы и источников**

1. <http://www.proprof.ru/stati/careera/vybor-professii/o-professiyah/professii-svyazannye-s-kosmosom>
2. <https://hikosmos.ru/kosmicheskie-roboty>
3. <http://kvant.space/kosmicheskie-apparaty-i-tehnika>

# **Высокоскоростной самолет из композитных материалов**

## ***Марков Иван Сергеевич***

ГБОУ ИТШ № 777

Санкт-Петербург

Научные руководители: Никифоров Алексей Александрович, Новоселов Владимир Николаевич

## **Аннотация**

Разработка высокоскоростного радиоуправляемого самолета размахом  $\approx 1,5$  м из композитных материалов с использованием воздухозаборника и сопла изменяемой геометрии, для снижения стоимости на двигатели для быстрых радиоуправляемых самолетов.

## **Ключевые слова**

Небольшое аэродинамическое сопротивление, воздухозаборник и сопла изменяемой геометрии, использование композитных материалов

## **Цель работы**

Сделать самолет массой около 2 килограмм, способный летать на скоростях от 15 м/с до 100 м/с.

Разработать способ, с помощью которого можно будет снизить стоимость на силовые установки для высокоскоростных самолетов.

## **Введение**

Я хочу использовать в качестве двигателя импеллер. На данный момент самый быстрый самолет, который использует импеллер, способен развивать скорость 70 м/с. Большинство импеллеров (которые находятся в доступной продаже) не способны

давать тягу на скорости больше 30 м/с. Самый быстрый радиоуправляемый самолет может летать на скорости 208 м/с, но он использует в качестве двигателя ТРД (турбореактивный двигатель), такие двигатели в отличие от импеллеров способны выдавать тягу на больших скоростях, но при этом они существенно дороже импеллеров.

### **Основные тезисы**

- Решить проблему потери тяги импеллера на большой скорости путем разработки для него воздухозаборника и сопла изменяемой геометрии
- Для снижения аэродинамического сопротивления применение профиля крыла небольшой толщины и крыла с большим удлинением  $\approx 12$ , для уменьшения индуктивного сопротивления крыла
- Для обеспечения высокой прочности и легкости конструкции изготовление самолета из композитных материалов
- Использование САПР SolidWorks для проектирования
- Использование ANSYS для аэродинамического и прочностного расчета

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

Такое инженерное решение существенно снизит стоимость на двигатели для высокоскоростных радиоуправляемых самолетов.

## **Конструктивно-силовая схема крыла беспилотного разведывательного аппарата**

### ***Музыка Егор Петрович***

ГБНОУ «Санкт-Петербургский городской Дворец творчества юных», Юношеский клуб космонавтики им. Г.С. Титова

Санкт-Петербург

Научный руководитель: Грачев Герман Александрович

### **Аннотация**

В работе приведены основные требования к разведывательным БПЛА и рассмотрены основные понятия о конструкции, форме и видах силовых схем крыльев летательных аппаратов. Предложена конструктивно-силовая схема крыла беспилотного разведывательного аппарата

### **Ключевые слова**

БПЛА, конструктивно-силовая схема крыла, подъемная сила

### **Цель работы**

Разработка конструктивно-силовой схемы крыла беспилотного разведывательного аппарата

### **Введение**

Разведка — сбор сведений о противнике или конкуренте для обеспечения своей безопасности и получения преимуществ в области вооружённых сил, военных действий.

Задача разведывательного беспилотного летательного аппарата – сбор информации о противнике (позиции военной техники, местность занятая противником)

путём съёмки с помощью камер с высоким разрешением, поэтому БПЛА требуется на время зависнуть над объектом для качественной съёмки. Для этого требуется несколько минут парить над местом съёмки, выключив двигатели, и иметь достаточную подъёмную силу для того, что бы удержаться в воздухе. БПЛА должен иметь длинное крыло с большой площадью поверхности, так же крыло должно обладать достаточной прочностью, так как БПЛА не имеет пилота на борту и может больше поддаваться перегрузкам.

### **Основные тезисы**

Крыло — несущая поверхность, имеющая в сечении по направлению потока профилированную форму и предназначенная для создания аэродинамической подъёмной силы.

Элементы конструкции крыла: лонжерон, обшивка, нервюр, стрингер.

Формы крыла: прямое, стреловидное, обратной стреловидности, треугольное, трапециевидное, эллиптическое, крыло арочного типа.

Для конструкции крыла важна прочность и жесткость. Прочность — способность конструкции выдерживать действующие нагрузки без остаточных деформаций разрушения. Жесткость — способность в заданных пределах сохранять под действием нагрузок исходную геометрическую форму. Лонжероны и нервюры помогут избежать изгибов и кручения крыла.

Кроме того БПЛА должен обладать устойчивостью, так как при потере связи или отключении двигателей аппарат должен какое-то время держаться в воздухе до устранения неполадок. Устойчивость — способность самолёта противостоять внешним силам, стремящимся отклонить его от заданного режима полёта. Аппарат должен без участия оператора сохранять заданный режим полёта, так же аппарат сам должен возвращаться к исходному режиму после кратковременных возмущений.

Для долгого зависания в воздухе нужны длинные крылья с большой площадью, но также нужна прочность крыла. Также важна масса крыла и самого беспилотного летательного аппарата, поэтому крыло нужно делать лёгким и прочным. Кроме того на крылья должны быть установлены элероны для парирования крена.

Чтобы увеличить прочность следует использовать стальные лонжероны в самой широкой части крыла и в задней его части, следовательно выбираем лонжеронную схему.

Также крылу следует придать стреловидность, так как стреловидность крыла может увеличить скорость и устойчивость крыла. Профиль крыла — несимметричный.

Для прочности конструкции используем 5 нервюров на длине крыла до 1400 мм. При длине крыла более 1400 мм используем 7 нервюров для прочности. Обшивка крыла – углеволокно, восемь слоёв толщиной в 2 мм придадут крылу прочность и не сильно добавит массы. В ближней к фюзеляжу части крыла предусмотрены места для установки спойлеров (щитков) для быстрого торможения. Два стальных лонжерона придадут прочность конструкции, на конце крыла лонжероны соединяются для прочности.

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

В работе рассмотрены основные требования к разведывательному БПЛА и предложена конструктивно-силовая схема крыла.