

Комитет по образованию Санкт-Петербурга

Государственное бюджетное негосударственное образовательное учреждение  
«Санкт-Петербургский городской Дворец творчества юных»

Юношеский клуб космонавтики им. Г.С. Титова

## **ЧЕЛОВЕК И КОСМОС**

**МАТЕРИАЛЫ**

**ПЯТЬДЕСЯТ ВТОРОЙ  
ОТКРЫТОЙ САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОЙ  
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ**

**Часть I**

Санкт-Петербург  
2024

Комитет по образованию Санкт-Петербурга  
Государственное бюджетное нетиповое образовательное учреждение  
«Санкт-Петербургский городской Дворец творчества юных»  
Юношеский клуб космонавтики им. Г.С. Титова

## **ЧЕЛОВЕК И КОСМОС**

**МАТЕРИАЛЫ  
ПЯТЬДЕСЯТ ВТОРОЙ  
ОТКРЫТОЙ САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОЙ  
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ**

### **Часть I**

13 декабря 2023 года

Санкт-Петербург  
2024

---

### **Человек и космос:**

Материалы Пятьдесят второй Открытой Санкт-Петербургской научно-практической конференции. Часть I. ГБНОУ «СПБ ГДТЮ». – СПб., 2024. – 48 с.

Публикуемые материалы представляют собой статьи и доклады, представленные на секциях «Астрономия и астрофизика» и «История авиации и авиационная техника» Пятьдесят второй Открытой Санкт-Петербургской научно-практической конференции «Человек и космос», которая прошла 13 декабря 2023 года в Юношеском клубе космонавтики им. Г.С.Титова Государственного бюджетного нетипового образовательного учреждения «Санкт-Петербургский городской Дворец творчества юных».

На Конференции представили свои доклады участники из Санкт-Петербурга, г. Урюпинска Волгоградской области, г. Новомосковска Тульской области и Наро-Фоминского городского округа Московской области.

© ГБНОУ «СПБ ГДТЮ»,  
ЮКК, 2024

Тираж 50 экз.

---

# Содержание

---

<b>Пленарное заседание.....</b>	<b>4</b>
Приветствие конференции. Емельянов А.Р.....	4
Распределенная система дистанционного зондирования Земли на основе крупногабаритной платформы «АНСАТ». Рыжиков Д.М.....	6
<b>Секция «Астрономия и астрофизика».....</b>	<b>10</b>
Центр управления полётами. Исследование эффекта Доплера. Инталёв Константин.....	10
Создание компьютерной 3D-модели атмосферы звезды. Иванова Таисия.....	13
Методы обнаружения внесолнечных планет. Воронов Егор.....	16
Комета Галлея в мифах и истории человечества. Гаврилина Александра.....	18
Изучение представлений о черных дырах на протяжении развития человечества. Иванова Варвара.....	20
Влияние Солнца на здоровье человека. Иванова Дарья.....	22
Типы галактик по классификации Хаббла. Музыка Вероника.....	24
Создание программы, определяющей финальный продукт звездной эволюции. Остапенко Анастасия.....	26
<b>Секция «История авиации и авиационная техника».....</b>	<b>28</b>
История авиамоделирования и принципы проектирования авиамоделей. Мацавей Артем.....	28
Развитие авиационных материалов. Тищенко Святослав.....	30
Проект «Радиуправляемая модель самолета Cessna 172». Танин Максим.....	32
Лучшие из «летающих танков». Штурмовики, как отдельный род авиации. Белов Александр.....	33
Проект истребителя 6-го поколения. Полозкова Елизавета.....	36
Концепт универсального транспортного аэрокосмического комплекса. Гараев Даниил.....	38
Разработка проекта дальнемагистрального пассажирского самолета. Кравчук Руслан.....	40
Разработка концепта ударного экраноплана. Кривой Пётр.....	42
Проект бомбардировщика 5-го поколения. Петров Макар.....	45
Лучший лётчик Сталинградской земли (Алексей Петрович Маресьев). Садохина Анфиса.....	46

---

## Пленарное заседание

---

### Приветствие конференции.

**Емельянов А.Р.**

**заслуженный испытатель космической техники**



Несмотря на то, что человечество очень много усилий прикладывает для освоения дальнего космоса и разрабатывает концепции колоний на других небесных телах, взгляд человека из космоса по-прежнему устремлён на Землю. Фотографирование в различных диапазонах, исследования с помощью радиометров и других приборов, установленных на космических аппаратах, ещё в шестидесятые годы прошлого века заложили основу дистанционного зондирования Земли.

Изменения климата, природные процессы, а также деятельность человека как созидателя и разрушителя заставляют всё более внимательно вглядываться в поверхность нашей планеты с целью предотвратить чрезвычайные ситуации природного и антропогенного происхождения.

В настоящее время российская орбитальная группировка дистанционного зондирования Земли состоит из космических аппаратов типа «Ресурс-П», «Канопус-В», «Метеор-М», «Электро-Л» и «Арктика-М».

Стандартная схема компоновки подобных спутников включает специальную аппаратуру непосредственно для съёмки, систему ориентации – спутник должен «смотреть» строго на Землю, систему управления положением в пространстве с исполнительными органами в виде реактивных двигателей или силовых гироскопов.

Самым заметным элементом обычно являются солнечные батареи, которые делают спутники похожими на бабочек, на звёзды, на цветы и придают внешнему виду спутника своеобразную красоту.

До настоящего времени дистанционное зондирование Земли опиралось на данные полученные от единичных спутников и развитие систем ДЗЗ шло по пути улучшения характеристик этих отдельных спутников. Конструкторы боролись за увеличение детализации элементов на местности, за увеличение частотного диапазона работы целевой аппаратуры, а также за увеличение пропускной способности и степени защищённости каналов передачи данных со спутника на Землю. Из-за этого каждый по-

следующий спутник становился тяжелее и сложнее предыдущего. Каждый экземпляр становился фактически настоящим бриллиантом в коллекции космических агентств стран, обладающих подобными технологиями. Не так давно спутниковое ДЗЗ ушло от плёночных технологий. Но огромные телескопы и пространственные антенные системы на спутниках ДЗЗ сохранились до сегодняшнего дня как основные компоненты спутников ДЗЗ.

На текущей конференции был представлена ещё одна концепция развития спутниковой системы ДЗЗ – рой совместно управляемых спутников – которая позволяет размещать в космосе огромные пространственные антенные и оптические системы. Такая концепция увеличивает надёжность системы в целом, так как даже выход из строя одной единицы не вызовет остановки работы системы и прекращения выполнения целевой задачи. Можно в спокойном режиме, продолжая осуществлять основную функцию по ДЗЗ, выполнить работу по поиску неисправности и, либо провести онлайн ремонт аппаратуры вышедшего из строя спутника, либо заменить его на исправный. Элементы системы были проработаны участниками практически и представлены на математических и физических моделях. Достойны уважения рациональное распределение задач между участниками и разработка отдельных элементов этой сложной и многогранной системы отдельными исполнителями.

Космонавтика и её раздел - дистанционное зондирование Земли - представляет собой один из локомотивов развития науки и техники. Для решения этой задачи нужны квалифицированные кадры. Любой участник конференции «Человек и космос» мог убедиться в том, что Юношеский клуб космонавтики им. Г.С.Титова, как и весь Санкт-Петербургский Дворец творчества юных, – это кузница таких кадров. На конференции были представлены доклады, охватывающие тематикой широкий круг специализаций, затронуты даже философия и право. За каждым докладом стоит изучение темы, исследование материалов и собственные размышления. Приятно обсуждать с участниками конференции любого возраста их мнение по теме доклада, и хочется выразить благодарность научным руководителям и родителям ребят за то, что учат рассуждать и думать, а не зубрить.

Конференция не только научная, но и практическая. Представленные образцы техники и разработки свидетельствуют, что не оскудеет Кулибиными наша земля. В каждой модели, в каждом образце труд Ученика и душа Учителя.

*«Маленькие зёрна  
прижал к сердцу,  
чтобы молодые ростки  
достали до Луны».*

Старинное китайское стихотворение об учителе  
посвящается сотрудникам клуба.

## Распределенная система дистанционного зондирования Земли на основе крупногабаритной платформы «АНСАТ».

Рыжиков Д.М.

к.т.н., педагог доп. образования ЮКК им. Г.С. Титова

Проект «Школьный спутник АНСАТ» был представлен Юношеским клубом космонавтики им. Г.С. Титова (ЮКК) в 2014 году в виде программы научно-практической и научно-инновационной деятельности ГБНОУ «СПБ ГДТЮ», в которой могли принять участия сотрудники и педагоги ЮКК, молодые специалисты, студенты и школьники [1]. На сегодняшний день проект включает в себя следующие направления: космическое, авиационное, информационное. При этом идея концепции использования спутника АНСАТ в задачах дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) появилась относительно недавно. Исследования были начаты в рамках занятий по ДЗЗ со школьниками в ЮКК [2]. В настоящей работе, направленной на применение разработанной в ЮКК технологии для сферы ДЗЗ, сформулированы следующие цель и задачи:

**Цель работы:** разработать концепцию распределенной системы ДЗЗ на основе крупногабаритной платформы «АНСАТ» – модулей, связанных физически, энергетически и информационно.

### Задачи работы:

1. проанализировать возможность использования крупногабаритной платформы «АНСАТ» для дистанционного зондирования Земли;
2. проанализировать возможные улучшения характеристик съемки при использовании крупногабаритной платформы «АНСАТ» относительно спутников ДЗЗ с одиночными съемочными приборами;
3. рассмотреть возможность использования фотоматрицы с шестиугольными элементами при выполнении съемки;
4. внедрить предлагаемую концепцию как направление исследований в образовательный процесс Юношеского клуба космонавтики им. Г.С. Титова.

На рисунке 1 приведен пример крупногабаритной платформы «АНСАТ», состоящий из трех «ярусов» - 37 модулей, связанных физически, энергетически и информационно.

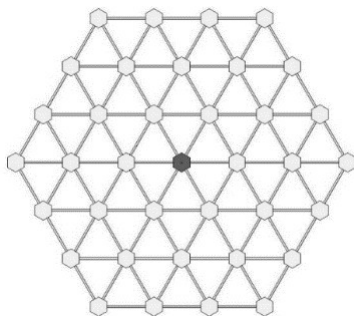


Рис 1. Пример крупногабаритной платформы «АНСАТ»

Концепция распределенной системы ДЗЗ на основе крупногабаритной платформы «АНСАТ» подразумевает установку камеры/спектрорадиометра в каждый модуль платформы. Таким образом в результате одного пролета АНСАТ будет выполнено  $n$  снимков, где  $n$  – количество модулей. Съемка поверхности Земли с множества камер, находящихся на одной базовой платформе, принципиально отличает АНСАТ от существующих одиночных спутников ДЗЗ, группировок и роев спутников.

Наличие большого количества снимков, выполненных в одно время для одной территории позволит улучшить характеристики съемки, такие как ширина полосы съемки спутника и пространственное разрешение снимка – рисунок 2.

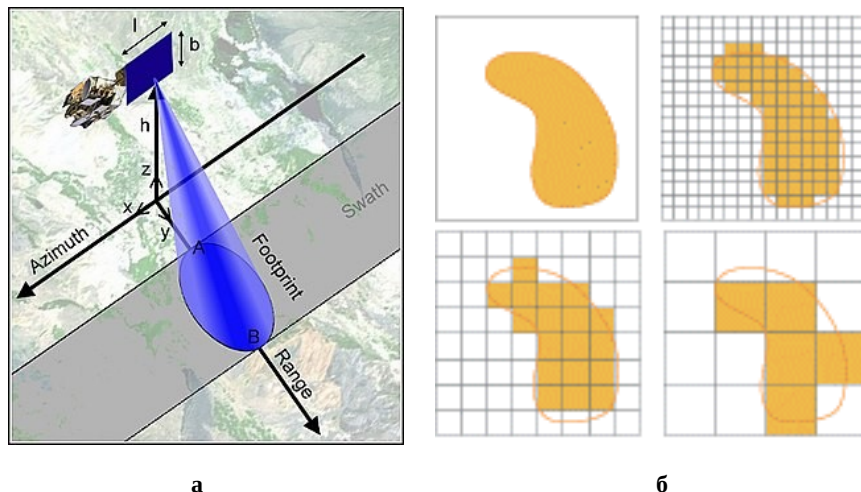


Рис 2. а. Ширина полосы съемки спутника ДЗЗ;  
б. Пространственное разрешение снимка

Увеличение ширины полосы съемки заключается в съемке каждым модулем смежной зоны, что позволит увеличить снятую площадь в  $n$  раз – рисунок 3.

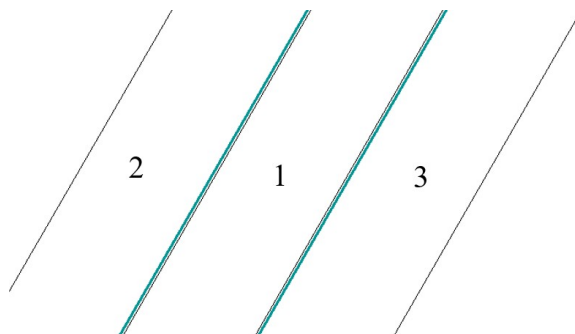


Рис 3. Увеличение ширины полосы съемки (пример для трех снимков)



Для улучшения пространственного разрешения предлагается накладывать снимки с разных модулей платформы друг на друга с некоторым смещением. Также в данном исследовании рассматривается не только классическая фотоприемная матрица с квадратными фотоэлементами, но и с шестиугольными - при помощи них формируются снимки, состоящие из квадратных и шестиугольных пикселей соответственно - рисунок 4.

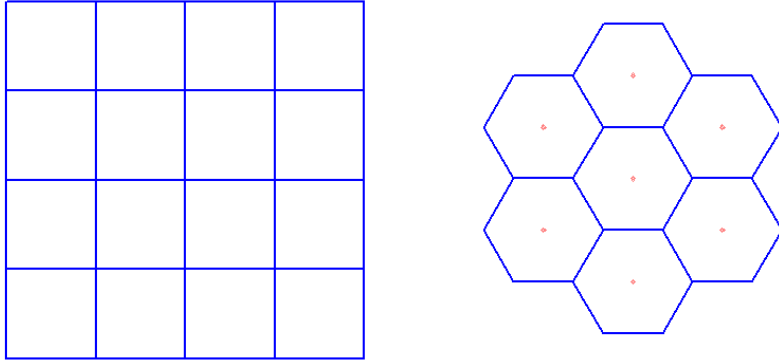


Рис 4. Модель фрагментов снимков с квадратными и шестиугольными пикселями

Эксперимент показывает, что разделить исходные квадратные пиксели на 4 части можно путем наложения 2х- снимков, на 25 частей – наложением 5 снимков. В случае с шестиугольными пикселями: на 6 частей – наложением 3х снимков, на 24 части – 11 снимков (рисунок 5).

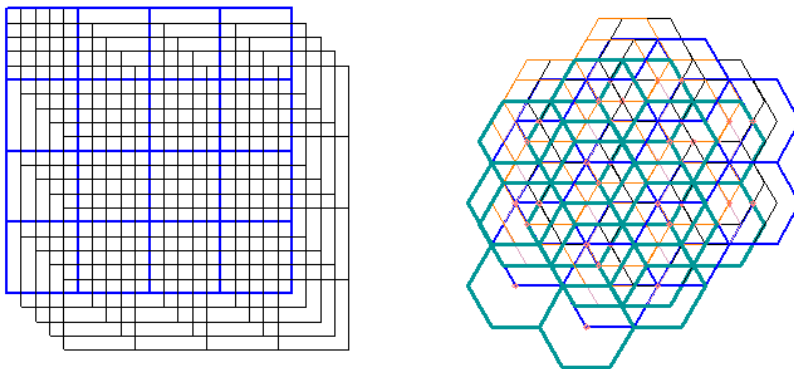


Рис 5. Наложение снимков со смещением

По результатам работы были сделаны следующие выводы:

1) Значение спектральной яркости  $L$  для результирующего пикселя рассчитывается как среднее значение  $L$  исходных пикселей, которые его включают. При наложении 5 снимков с квадратными пикселями различия значений результирующих пикселей будут незначительны.

2) Использование фотоматриц с квадратными пикселями подразумевает, что все камеры должны быть ориентированы под разными углами. Использование фотоматриц с шестигранными пикселями дает возможность развести модули платформы на расстояния, определяемые пространственным разрешением исходного снимка таким образом, что все камеры будут направлены в надир.

3) Преобразование треугольных пикселей к квадратной растровой сетке файла и экрана компьютера схоже с преобразованием снимка из собственной системы координат спутника в прямоугольную систему координат.

4) Наличие случайных погрешностей ориентации камер, установленных на модули, и точности желаемой степени перекрытия исходных пикселей снимков может быть скомпенсировано большим количеством снимков (7, 19, 37 и т. д.).

5) Исследования продолжают. Концепция распределенной системы дистанционного зондирования Земли на основе крупногабаритной платформы «АНСАТ» рассматривается в ЮКК на занятиях по «Основам спутниковой навигации и ДЗЗ» и КБ «АНСАТ».

#### **Список литературы:**

1. Жуковский В.Ф. Реализация проекта «Школьный спутник АНСАТ» // Материалы XIII открытой научно-практической конференции «Информационные технологии в области науки и техники», 2015, С. 4-5.
2. Рыжиков Д.М. Опыт проведения занятий по дистанционному зондированию Земли в дополнительном образовании // Техническое творчество молодежи. 2021. №2 (126). С. 42-46

## Секция «Астрономия и астрофизика»

---

### Центр управления полётами. Исследование эффекта Доплера. Инталёв Константин

11 класс ГБОУ СОШ № 303, Санкт-Петербург

Научный руководитель: Жуковский В.Ф., Суров М.Д.

Центр управления полётами Юношеского клуба космонавтики им. Г. С. Титова (ЦУП ЮКК) - одна из важнейших составляющих задач клуба, поскольку, без него невозможно будет связываться со спутниками, которые планируется запустить. Основной задачей ЦУП ЮКК является управление космическими, воздушными и наземными объектами и их математическими моделями. Для ЦУПа неотъемлемой частью является наведение антенны и преобразование сигнала. Поэтому эта работа посвящена эффекту Доплера.

**Цель работы:** Исследование эффекта Доплера.

Необходимость в такой работе возникла в связи с тем, что Юношеский клуб космонавтики разрабатывает полностью свою систему.

Для начала хочу рассказать о прошлой моей работе, которая посвящена преобразованию координат, а именно уравнению Кеплера.

Для определения положения спутников существует TLE (аббр. two-line element) - двухстрочный формат данных, представляющий собой набор элементов орбиты для спутника Земли. Причиной, по которой мы используем TLE можно назвать то, что он находится в открытом доступе на сайте Celestrak, а также что он обновляется примерно раз в три дня, что даёт нам всегда актуальные данные.

В основе TLE лежит уравнение Кеплера. Которое позволяет переходить от положения на теоретической окружности к положению на эллипсе. Такая задача возникла, поскольку на теоретической окружности спутник движется равномерно и его положение легко прогнозировать, а на эллипсе из-за изменения ускорения труднее. Поэтому проще спрогнозировать положение на окружности и перевести его на эллипс. Стоит также сказать, что положение на окружности задаётся углом средней аномалии, а на эллипсе углом истинной аномалии.

Дело в том, что Кеплер не ввел никакого параметра точности своего метода, поэтому мы усомнились в его правильности. В качестве ошибки, мы приняли разницу между долей площади в окружности и долей площади в эллипсе. В ходе работы мы решили разработать собственный метод перехода от окружности к эллипсу, в котором можно контролировать точности. В результате получился следующий график ошибки рис.1.

По графику видно, что мы достигли большей точности, чем у Кеплера.

Данная работа была проделана для следующей задачи — принять сигнал с антенны. Дело в том, что у различных антенн разная область приёма сигнала. Для некоторых нужна большая точность определения положения, а для других нет. В данной работе я расскажу лишь об одном и из преобразований сигнала — эффекте Доплера.

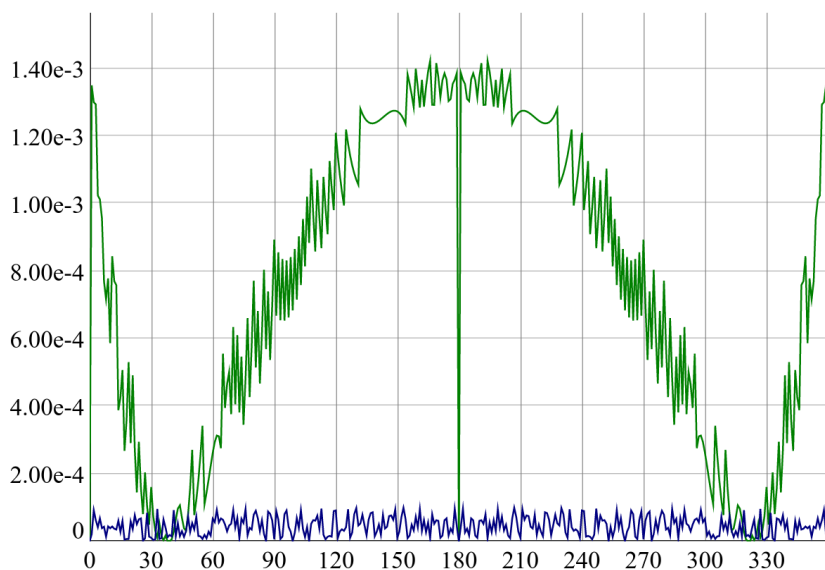


Рис. 1. Ошибка уравнения Кеплера

Эффект Доплера - изменение частоты и, соответственно, длины волны излучения, воспринимаемой наблюдателем (приёмником), вследствие движения источника излучения относительно наблюдателя (приёмника).

Эффект Доплера для света вычисляется по следующей формуле:

$$v = v_0 \left( \frac{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}}{1 + \left(\frac{v}{c}\right)} \right)$$

Где  $v$  — скорость относительно приёмника. Для её вычисления нам потребуются координаты самого приёмника и координаты спутника в одной системе координат.

Мы будем приводить все координаты в систему ECI — фиксированной относительно точки весеннего равноденствия. Так как в TLE спутника есть все углы для осуществления поворотов СК и приведения координат к ECI.

Что касается координат антенны, то изначально мы берём её широту и долготу. Затем, мы преобразуем их в координаты ECEF — фиксированной относительно нулевого меридиана. А затем с помощью угла звёздного времени преобразуем в ECI.

Скорость мы хотим получать как производную от изменения расстояния по времени. Само расстояние не сложно вычислить, так как у нас есть координаты и спутника и антенны, то можно просто вычесть из длины вектора спутника длину вектора антенны.

На данный момент мы сделали график изменения расстояния между антенной и спутником и график скорости от времени. И сейчас мы решаем проблему скачков в правом графике на рисунке 2.

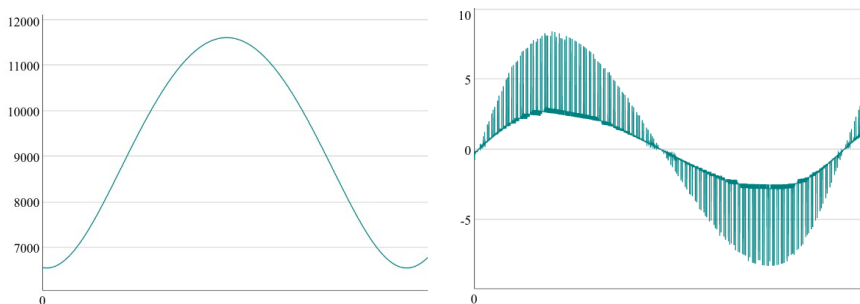


Рис. 2. График расстояния (слева) и график скорости (справа).

### Вывод

В данной работе изложен метод пересчёта положения спутника на орбите с помощью долей площадей, и рассмотрено вычисление скорости спутника относительно объекта на Земле. Затем предполагается вычисление эффекта Доплера и работа с сигналом со спутника.

### Библиографический список

1. Баяндин, А.В. Некоторые свойства эллипса /А.В. Баяндин. — 9с.
2. Кологривов В.Н. Эффект Доплера в классической физике. — М.: МФТИ, 2012.
3. Суров, М.Д. Система управления антенной. Прогнозирование траектории спутника —Санкт-Петербург: Выпускная работа Юношеского Клуба Космонавтики им. Г. Титова, 2020. — 81с.
4. Чагина, В.А. Расчёт движения космического аппарата на околокруговой орбите по данным TLE по упрощённой модели SGP /В.А. Чагина, Д.А. Гришко, В.И. Майорова. — Москва: Сетевое научное издание, 2016. — 15с.

## Создание компьютерной 3D-модели атмосферы звезды.

Иванова Таисия

9 класс ГБОУ Лицей № 554, Санкт-Петербург

Научный руководитель: Наумова М.В.

Всем известно большое количество информации о нашей земной атмосфере и её свойствах, многие знают хотя бы что-то об атмосферах на других планетах, но далеко не все имеют даже простейшего представления о звёздных атмосферах. В теоретической части проектной работы в качестве объекта изучения и анализа атмосферы будет использоваться наиболее изученная учёными звезда — Солнце. А практическая часть состоит в 3D-моделировании атмосферы звезды. Так как солнечную модель и так нетрудно найти в открытых источниках, итоговым продуктом проектной деятельности будет являться модель иной звезды.

**Цель работы:** Исследование процессов, происходящих внутри звёздных атмосфер и создание 3D-модели звезды и её атмосферы

**Задачи:**

1. Узнать, что такое атмосфера
2. Рассмотреть солнечную атмосферу
3. Выяснить методы изучения звёздных атмосфер
4. Проанализировать метод математического моделирования
5. Выбрать звезду для последующего моделирования
6. Создать 3D-модель выбранной звезды и её атмосферы

Звёздная атмосфера — это внешняя область звезды, расположенная над звёздным ядром, зоной радиации и зоной конвекции. Внутри звёздной атмосферы различают несколько подобластей, обладающих различными свойствами

Солнечная атмосфера — это внешние его слои. Самым первым и нижним слоем является фотосфера. Следовательно, начнём с её рассмотрения.

Фотосфера — это видимая поверхность звезды, извергающая основную часть оптического излучения. Иными словами, то, что мы видим как «поверхность» Солнца, называется его фотосферой, имеет температуру 5000-6000 К и толщину в 200-300 км. В фотосфере находится минимум температуры Солнца. Структура фотосферы называется грануляцией. Гранулы – образования в фотосфере Солнца, вызванные конвекцией плазмы. В гранулах вещество поднимается, а вокруг них опускается. Фотосферные слои в звезде являются неотъемлемой её частью, потому что непосредственно связаны с блеском.

Следующий слой атмосферы звезды — хромосфера. Этот слой невидим и пропускает через себя излучения фотосферы. При перекрывании фотосферы Луной в полном солнечном затмении, вблизи точки контакта вспыхивает блестящий розоватый серп хромосферы. По ширине серпа можно определить протяжённость хромосферы. Структура этого слоя неоднородна, основные мелкие структуры слоя учёные назвали спикулами. Через них происходит обмен веществ с короной и они образуют одну конструкцию — хромосферную сетку. Плотность хромосферы ещё меньше чем у фотосферы, а температура наоборот — выше. Поначалу она возрастает до десятков кельвинов, а потом достигает своего пика в самом верхнем слое атмосферы — короне.

Наблюдение короны невооружённым глазом возможно только при полных солнечных затмениях, так как её яркость в миллионы раз меньше яркости фотосферы и сравнима с яркостью Луны. Самую яркую часть короны называют внутренней, а менее яркую — внешней. Структуру короны называют лучистой. А во внутренней короне наблюдаются такие структурные образования, как дуги, шлемы, отдельные облака. Из солнечной короны происходит постоянное истечение плазмы - солнечный ветер - со скоростью, увеличивающейся по мере удаления от Солнца и равной примерно 300-400 км/с.

К методам изучения звёздных атмосфер относится спектроскопический метод и микролинзирование. Но всё же основным методом является математическое моделирование. По внешнему виду модель представляет собой таблицу, описывающую изменения основных физических величин, характеризующих состояние плазмы атмосферы, с глубиной. На основе физических законов рассчитываются зависимости температуры, давления и других параметров. Для построения моделей решаются уравнения гидростатики, лучистого равновесия и переноса излучения.

Уравнения переноса излучения, если говорить простым языком, отвечают на вопрос: «Каким образом происходит перенос энергии и как изменяется излучение?» Процессы, с помощью которых происходит перенос тепловой энергии знает каждый с 7 класса: теплопроводность, конвекция и излучение. В различных исследованиях было доказано, что в подавляющем большинстве случаев обмен осуществляется именно путём излучения. Это уравнение описывает изменения интенсивности излучения, происходящие при его прохождении через области излучения и поглощения.

Формулировка условия лучистого равновесия звучит так: закон сохранения энергии требует, чтобы полный поток энергии был постоянным на всех глубинах атмосферы. То есть отдаваемая энергия излучения должна равняться приобретаемой энергии излучения. Именно это равенство и лежит в основе условия лучистого равновесия, которое должно выполняться в атмосферах звёзд. Кванты, двигаясь через среду, могут рассеиваться, поглощаться, но полная энергия всегда должна оставаться одинаковой.

Полное термодинамическое равновесие предполагает, что на всём объёме среды есть это самое равновесие, что на практике является невозможным и можно считать чистой абстракцией. Однако если принимать случай ПТР, то распределение частиц по состояниям ионизации определяется формулой Саха, а распределение частиц по состояниям возбуждения следует статистике Больцмана. Все соотношения выполняются для любой точки среды, притом что температура везде одинаковая, эти утверждения следуют из условия ПТР: все прямые процессы должны быть скомпенсированы обратными процессами. Это условие крайне жёсткое, поэтому можно говорить о том, что в реальных звёздных атмосферах оно выполняется неточно. Однако учёные в 1930-х годах выдвинули гипотезу о правильности выполнения распределений Больцмана и Саха, но при рассмотрении данной точки среды и конкретно её температуры. Отсюда и выходит понятие «локальное термодинамическое равновесие»

Учёные при выполнении модели нередко используют такие теории, как, например, абсолютно чёрное тело, при котором излучение определяется только температурой, пренебрегая другими свойствами тела; теория «серой» атмосферы, в которой делается главное допущение: коэффициент поглощения не зависит от частоты, когда в реальной атмосфере это зависимость действительно наблюдается. При этом всегда

при моделировании ставятся условия плоскопараллельности структуры слоёв, неизменность содержания химических элементов по всей протяжённости атмосферы, и, как уже было отмечено ранее, энергия переносится только излучением и существует гидростатическое равновесие с пренебрежимо малым изменением силы тяжести с глубиной.

#### **Пример математического моделирования**

В качестве примера того, как должна выглядеть математическая модель и как её составлять, была проведена работа по расчётам давления и температуры Солнца от глубины в программе LibreOffice Calc. В вычислениях использовались: Гравитационная постоянная; Универсальная газовая постоянная; Молярная масса водородной плазмы. Давление рассчитывалось по формуле  $P=mg/s$ , а температура — по формуле Клайперона-Менделеева:  $pV=(m/M)*R*T$ , где  $R$  – универсальная газовая постоянная,  $M$  — молярная масса водородной плазмы. Однако и это моделирование выполнялось с допущением, что средняя плотность Солнца сохраняется на всей глубине, поэтому и результаты нельзя считать совпадающими с реальностью.

В качестве звезды для моделирования была выбран сверхгигант Антарес, так как в открытых источниках в ходе работы была найдена детальная карта атмосферы данной звезды, представленная ниже. Известно, что его радиус в 678 раз больше солнечного, а эксцентриситет равен 0,1. Был использован красный цвет, так как Антарес принадлежит к классу М, звёздам которого характерен красный цвет. Все примерные пропорции соблюдены.

#### **Выводы**

В ходе работы были исследованы процессы, происходящие внутри звёздных атмосфер, было изучено определение атмосферы, рассмотрена солнечная атмосфера, как эталон звезды, выяснены методы изучения звёздных атмосфер и проанализирован метод математического моделирования. Итоговым продуктом проектной деятельности стала компьютерная 3D-модель сверхгиганта Антарес.

#### **Список использованной литературы**

1. Академик[Электронный ресурс]: Электронный словарь- Электрон. текст. дан.-2000-Режим доступа: <https://academic.ru/>
2. Астрономический институт имени В.В.Соболева [Электронный ресурс]/Астрономия в Санкт-Петербургском университете - Электрон. текст. дан.-Режим доступа: <http://www.astro.spbu.ru/>
3. Мустель Э.Р. Звёздные атмосферы / Э.Р.Мустель. - М.: Государственное издательство физико-математической литературы, 1960. - 445 с.
4. Общий курс астрономии / Э.В. Кононович, В.И. Мороз // Под ред. В.В. Иванова. Изд. 2-е, испр. М.: Едиториал УРСС, 2004. — 544 с.
5. Проект "Исследование Солнечной системы" [Электронный ресурс]/Galspace-Электрон. текст. дан.-2005-Режим доступа: <https://galspace.spb.ru/>
6. Сахибуллин Н.А. Методы моделирования в астрофизике. I. Звёздные атмосферы. - Казань: Фэн, 1997.-328 с.
7. Сахибуллин Н.А. Методы моделирования в астрофизике. II. Определение фундаментальных параметров звёзд. - Казань: Фэн, 2003. - 389 с.
8. Сахибуллин Н.А., Бикмаев И.Ф. Теоретическая астрофизика. Звёздные атмосферы. Часть 1 (Учебное пособие) / Сахибуллин Н.А., Бикмаев И.Ф. – Казань: Казан.ун-т, 2015. – 116 с.



## Методы обнаружения внесолнечных планет.

Воронов Егор

9 класс ГБОУ СОШ № 28, Санкт-Петербург

Научный руководитель: Наумова М.В.

Открытие и изучение новых внесолнечных, или же экзопланет запустит развитие различных технологий в области электроники, оптики, точной механики, химии, физики и прочих смежных областях, которые потом вполне могут найти земное применение, а также волнует многие умы из-за возможности колонизировать что-то, что находится за пределами Солнечной системы. Собственно, возникает вопрос: как эти планеты сначала открывать, обнаруживать, а потом изучать?

Самое первое заявление о возможной планетарной системе вне Солнца было опубликовано в 1855 году У. Джейкобом, расчеты были подтверждены другими астрономами из США, но через несколько лет были снова опровергнуты и остаются такими и по сей день.

Осознанные попытки поиска начались в 1916 году. Эдуард Барнард обнаружил красный карлик (в последствии назван звездой Барнарда), который слишком быстро относительно других звезд перемещался по небесной сфере. Астрономы заинтересовались именно этой звездой, так как её масса в 7 раз меньше солнечной и влияние планет на неё должно быть заметным. О нахождении планеты объявляли 2 раза -- в 1960-х и 2018, а опровергали её существование также 2 раза -- в 1973 и 2021.

В конце 1980-х годов начался специальный поиск планет. Целью стали ближайшие к Солнцу системы, а методом поиска -- метод Доплера.

Первые 2 случая «обнаружения» внесолнечных планет были произведены методом прямого наблюдения, самым неэффективным, так как планеты -- слабый источник света, особо на фоне звезд, вокруг которых они вращаются, поэтому, со временем, были придуманы другие методы:

1. Метод Доплера. Так как звезда и планета взаимно притягиваются, то звезда выходит на свою меньшую орбиту в ответ притяжению планеты и с помощью спектрометров обнаруживаются эти колебания. Возможности метода на данный момент определяются как неточные, потому что звезды с активной фотосферой, многопланетные системы, планеты с малой массой не позволяют увидеть колебания звезды (активная фотосфера звезды воспринимается за планетные сигналы, большое количество планет «компенсирует» колебание звезды, а малые планеты просто не притягивают звезду в достаточной мере).

2. Транзитный метод. Несмотря на два больших минуса, самый эффективный метод (на момент 2021 года) основан на измерении яркости звезды, ведь во время прохождения планеты по её диску светимости звезды (или поток излучения от неё) уменьшается.

Из минусов: вероятность расположения плоскости орбиты планеты непосредственно на линии прямой со звездой и наблюдателем на Земле крайне мала и равняется отношению  $d$  звезды к  $d$  орбиты планеты (к примеру, у планеты, вращающейся вокруг звезды размеров Солнца на расстоянии 1 а.е., вероятность такого положения орбиты =  $1400000 / 300000000 = 0.469\%$ ). Второй минус заключается в том, что есть

большое количество ложных срабатываний (к примеру, двойные звезды таким образом тоже можно принять за планету вокруг 1 звезды).

3. Метод периодических пульсаций. Метод годен только для экзопланет около пульсаров, и основан на изменении регулярности импульсов. Пульсары испускают различное излучение, которое приходит к наблюдателю на Земле с одинаковым интервалом (который зависит от скорости вращения звезды) в виде периодических всплесков. У самих пульсаров очень малое изменение собственной скорости вращения, настолько, что скорость можно считать константой. Небольшие изменения в периодичности импульсов, которые появляются из-за выхода пульсара на собственную орбиту, могут означать наличие планетарной системы у пульсаров. В 1992 году этим способом была открыта планета PSR B1257+12 с, которая стала первым доказательством того, что планеты вне Солнечной системы существуют.

Методы наблюдений постепенно появляются и устаревают. Спустя 170 лет после первой гипотезы о планете, которая была найдена с помощью телескопа, обнаруживаются сотни планет в год из-за наблюдений за малейшими колебаниями вращений звёзд. Благодаря этому возможно узнать новую информацию о экзопланетах, такую, как:

1. Класс экзопланет;
2. Условия на экзопланетах — температура, наличие атмосферы, даже атмосферное давление;
3. Спутники экзопланет;
4. Внесолнечные астероиды и пылевые диски.

Открытие экзопланет позволило астрономам сделать вывод: планетные системы -- явление в космосе чрезвычайно распространённое, планеты обнаружены приблизительно у 10% звёзд. До сих пор нет общепризнанной теории образования планет, но теперь, когда появилась возможность подвести статистику, ситуация в этой области меняется к лучшему.

### **Список источников:**

1. Роман Фишман. Как ищут экзопланеты, журнал Популярная Механика, 2018 № 1, с. 36-37.
2. Д. Чаробеннау; Т. Браун; А. Барроуз; Г. Лауглин. When Extrasolar Planets Transit Their Parent Stars. 2006.
3. [https://en.wikipedia.org/wiki/Methods\\_of\\_detecting\\_exoplanets](https://en.wikipedia.org/wiki/Methods_of_detecting_exoplanets)
4. [https://en.wikipedia.org/wiki/Transit-timing\\_variation](https://en.wikipedia.org/wiki/Transit-timing_variation)
5. <https://exoplanet.eu/catalog/>
6. [https://sciencejournals.ru/issues/astrus/2019/vol\\_96/iss\\_4/AstRus\\_1904004Starovojt/AstRus\\_1904004Starovojt-site.html](https://sciencejournals.ru/issues/astrus/2019/vol_96/iss_4/AstRus_1904004Starovojt/AstRus_1904004Starovojt-site.html)
7. <https://web.archive.org/web/20070929111259/http://www.nature.com/physics/looking-back/wolszczan/index.html>
8. <https://web.archive.org/web/20111104042937/http://exoplanet.eu/catalog-RV.php>
9. [https://www.nasa.gov/home/hqnews/2012/jan/HQ\\_12-032\\_Kepler\\_23-33.html](https://www.nasa.gov/home/hqnews/2012/jan/HQ_12-032_Kepler_23-33.html)

**Комета Галлея в мифах и истории человечества.  
Гаврилина Александра**

**8 класс ГБОУ Гимназия № 248, Санкт-Петербург**

**Научный руководитель: Коньков Р.А.**

**Цели:** Анализ влияния комет на культуру и историю человечества

**Задачи:**

- Изучить, что такое кометы?
- Привести описание кометы Галлея и историю ее наблюдения.
- Разоблачить или подтвердить гипотезу о том, что комета Галлея — это Вифлеемская звезда.

Кометы - одни из самых загадочных, но эффектных и красивых объектов Солнечной системы. Слово «комета» пришла к нам из греческого языка и дословно переводится как «хвостатая». Исследования, которые произведены на данный момент, говорят о том, что кометы — это глыбы льда с камнями и другим мусором.

Комета Галлея является одной из самых известных за всю историю изучения небесных тел. Она очень яркая и её можно увидеть даже без применения телескопов. А ещё её орбита, как у Земли лежит вокруг Солнца, однако они не совпадают.

Почему же комета называется «Галлея»? Свое имя она получила в честь английского астронома и геофизика Эдмунда Галлея (1656–1742), который занимался наблюдением и изучением данной кометы.

Исследования комет продолжают и в наши дни. Так, например, во время последнего появления кометы Галлеи в 1986 году к ней было отправлено 4 беспилотных аппарата.

*Таблица 1: Исследования кометы Галлея в 1986 году*

<b>Аппарат</b>	<b>Страна, год</b>	<b>Результат</b>
«Вега-1» и «Вега-2»	СССР, Австрия, Болгария, Чехословакия, ГДР, Франция, Венгрия, ФРГ, Польша, США, 1984	Исследовали Венеру, а затем вернулись на орбиту Земли и занимались исследованием кометы Галлея: фотографии её ядра и данные о состоянии окружающей её среды. Также помогли остальным станциям добраться до нужной точки
«Сикигакэ»	Япония, 1985	Успешные исследования Кометы Галлея
«Суй сей-Планета-А»	Япония, 1985	Успешные исследования Кометы Галлея
«Джотто»	Европейское космическое агентство, 1985	получил первые в истории снимки её ядра с близкого расстояния (несколько сотен километров)

С древних времен разные космические «события» вызывали большой страх у людей. А кометы считались предзнаменованием крупных бед и несчастий.

С ними связывали катаклизмы, которые происходили даже через 2–3 года после появления кометы! Многие из них нашли отражение в летописях и литературе. В появлении кометы Галлея в 66 году видели знамение разрушения Иерусалима, гибели Геркуланума и Помпеи. Считалось, что другие появления кометы предрекли начавшиеся княжеские междоусобицы в древней Руси. Что она стала предвестником монгольского ига, взятия Константинополя турками...

Самым известным мифом про комету Галлея – то, что она Вифлеемская звезда. Например, итальянский художник XIII–XIV веков Джотто ди Бондоне на своей картине «Поклонение волхвов» изобразил Вифлеемскую звезду в виде кометы. Эта работа появилась менее, чем через 10 лет после прилета кометы Галлея, которую Джотто мог наблюдать

Выводы: вероятнее всего, комета Галлея не является Вифлеемской звездой. Математически мне не удалось подтвердить эту теорию, несмотря на изображение кометы на фреске Джотто. Несмотря на это, комета оказало огромное влияние на культуру, пугая и одновременно удивляя обычных людей и ученых



#### Список использованной литературы:

1. Беляев Н. А., Чурюмов К. И. Комета Галлея и ее наблюдение. – М.: Наука, 1985. – 271с.
2. Галлеева комета в 1910 году. – Типография Бланкоиздательства М. Шпенцера, 1910. – 33с.
3. Графф К. К. Комета Галлея. Перевод с немецкого под редакцией «Вестника опытной физики и элементарной математики». – Одесса, Типография Акционерного Южно-Рус. Общества Печатного Дела, 1910. – 66с.
4. Костинский С. К. К возвращению кометы Галлея. – Николаев: Электрическая типо-литография братьев Л. и И. Белолинских, 1910. – 50с.
5. Маров М. Я., Хантресс У. Т. Советские роботы в Солнечной Системе: технологии и открытие. – М.: Физматлит, 2013. – 609с.
6. Святский Д. Встреча кометы Галлея с землей. Появление новой кометы. Общедоступный очерк. – СПб.: Типография М. Стасюлевича, 1910. – 32с.

## Изучение представлений о черных дырах на протяжении развития человечества. Иванова Варвара

10 класс Школа Карлос Анаранте, Португалия

Научный руководитель: Коньков Р.А.

Черная дыра - это область в пространстве-времени, гравитационное притяжение которой настолько велико, что покинуть ее не могут даже объекты, движущиеся со скоростью света. Она представляет собой область, в которой сила гравитации настолько сильна, что она переваливается за критический порог и становится необратимой. Любой объект, попавший в черную дыру, неизбежно приближается к ее центру, называемому сингулярностью, где все физические законы перестают действовать.

Черные дыры образуются в результате взрыва звезд или сжатия их до критических размеров. Когда звезда исчерпывает свое ядерный топливо, она начинает схлопываться под воздействием своей собственной гравитации. Если масса звезды превышает критическую точку, она может образовать черную дыру.

Эта точка называется радиусом Шварцшильда и определяется формулой:

$$R = 2GM/c^2,$$

где  $G$  - гравитационная постоянная,  $M$  - масса звезды и  $c$  - скорость света.

Форма черной дыры может быть сферической или овальной, в зависимости от скорости вращения. Если черная дыра не вращается, она имеет сферическую форму. Однако, если она вращается, то ее форма становится вытянутой и напоминает овал. Это происходит из-за эффекта Джаррелла-Ньютоновского, который возникает из-за взаимодействия гравитации и вращения.

В центре черной дыры нет физических законов, а кривизна пространства стремится к бесконечности. Сингулярность, находящаяся в центре черной дыры, не имеет размеров и не подчиняется никаким законам физики. Кривизна пространства вокруг сингулярности также стремится к бесконечности, что делает черную дыру одним из самых загадочных объектов во вселенной.

Рис.1: Искривление пространства рядом с:

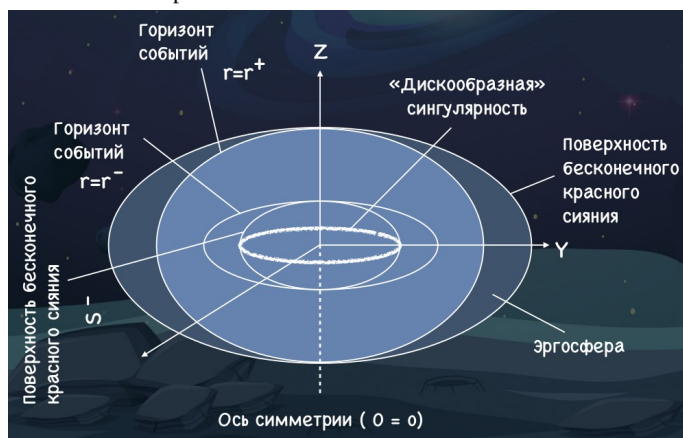


История представлений о черных дырах включает работу Джона Мичелла, Альберта Эйнштейна, Карла Шварцшильда и Стивена Хокинга. В 1783 году Джон Мичелл предложил идею о существовании объектов, которые могут быть настолько тяже-

лыми, что даже свет не может покинуть их поверхность. В 1915 году Альберт Эйнштейн разработал общую теорию относительности, которая описывает гравитацию и ее взаимодействие с пространством-временем. В 1916 году Карл Шварцшильд нашел решение уравнений Эйнштейна для черной дыры. В 1974 году Стивен Хокинг предложил теорию испарения черных дыр.

Черные дыры могут быть обнаружены по массе и размерам объекта и сравнению его радиуса с гравитационным радиусом. Например, если звезда имеет массу, большую чем 3 солнечных массы, она может образовать черную дыру. Размер черной дыры зависит от ее массы и может быть определен по формуле  $R = 2GM/c^2$ . Гравитационный радиус - это расстояние от центра черной дыры, на котором гравитационное притяжение становится настолько сильным, что даже свет не может покинуть эту область.

Вращающиеся черные дыры представляют собой стабильное кольцо, которое может быть использовано для путешествий. Вращающаяся черная дыра создает эффект, который называется «эффектом Ленца-Тиринга». Он заключается в том, что объекты, движущиеся вокруг вращающейся черной дыры, будут испытывать силу, направленную вдоль ее оси вращения. Это позволяет использовать черную дыру для ускорения космических кораблей.



В апреле 2019 года удалось получить первое фото черной дыры в галактике M87. Фотография была получена благодаря совместной работе множества телескопов по всему миру. Она показывает кольцо света, образованное газом и пылью, которые вращаются вокруг черной дыры. Это событие стало одним из самых значимых в истории астрономии и позволило узнать больше о природе черных дыр.

Из вышесказанного можно сделать вывод о том, что черная дыра - это объект Вселенной, который окончательно еще не изучен. Черные дыры, несомненно, самые загадочные объекты в космосе. Их причудливые свойства могут бросить вызов законам физики и даже природе существующей действительности.

## **Влияние Солнца на здоровье человека. Иванова Дарья**

**11 класс ГБОУ СОШ № 312, Санкт-Петербург**

**Научный руководитель: Наумова М.В.**

В данном докладе представлена работа по изучению влияния Солнца, но уже в более узкой сфере – здоровье человека.

**Цель работы:** выяснить, на какие факторы здоровья человека влияет Солнце.

Были поставлены несколько задач:

1. Изучить научные статьи, посвященные исследованиям влияния Солнца на человека;
2. Составить вопросы для опроса;
3. Провести опрос;
4. Систематизировать данные в таблицу, проанализировать статистику.

Для начала, необходимо разобраться, способно ли Солнце оказывать сильное влияние и на людей? Как уже было выяснено в прошлом исследовании, от Солнца зависит много происходящих на планете процессов. На долю Земли приходится одна двухсотмиллиардная доля энергии, излучаемой звездой, это помогает поддерживать разнообразие живых организмов на планете. Одним из самых значимых проявлений солнечной активности является выброс колоссального количества энергии вовремя вспышек. Также от влияния Солнца зависят многие геофизические процессы на нашей планете: потоки заряженных частиц влияют на магнитное поле, вызывая магнитные бури, которые приводят к проникновению заряженных частиц в более низкие слои атмосферы, от чего и возникают полярные сияния.

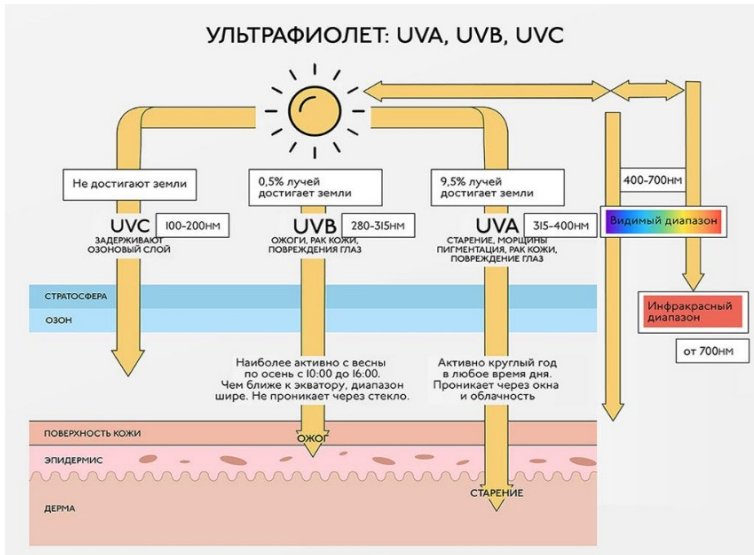
Важно отметить, что влияние оказывает не Солнце напрямую, а ультрафиолетовые лучи, которые оно испускает. Нужно понимать, что эти лучи бывают нескольких видов, их разделяют на три вида по длине волны:

- длинноволновый (UVA),
- средней волны (UVB) и
- коротковолновый (UVC).

Каждая волна оказывает разное влияние. Чем больше длина волны, тем глубже проникновение излучения. Длинноволновые лучи отвечают за загар, непосредственно влияя на кожу. Средневолновые лучи усиливают выработку меланина. Третий тип лучей самый опасный, так как он сильнее всего разрушает наше ДНК.

Также Солнце разрушает не только кожу, но и оказывает воздействие на глаза. Ультрафиолет проникает вглубь глаза, вызывая помутнение хрусталика, что приводит к слепоте. Этим часто страдают пожилые люди.

К тому же, солнечный свет помогает человеческому организму подстраиваться под суточные ритмы. То есть позволяет организму понимать, когда нужно вырабатывать мелатонин (гормон сна). Недостаток солнечного света зимой и осенью часто приводит к депрессивному состоянию, апатии, меланхолии, так как организм не вырабатывает достаточное количество серотонина (гормон настроения), что может привести к депрессии.



Самый важный вывод о влиянии Солнца – подавление иммунитета. UVB пробуждает активность вируса герпеса. Но влияние на иммунитет относят к подтипу UVA, поскольку это излучение поглощает молекулы в более глубоких слоях кожи.

Далее был разработан ряд вопросов, на которые будут давать свои ответы подростки 14 – 18 лет:

1. Замечали ли Вы зависимость от Солнца?
2. Часто ли у Вас перепады настроения?
3. Страдаете ли Вы бессонницей? Если да, то в какой период года?
4. Есть ли у Вас проблемы с кожей, после нахождения на Солнце?
5. Используете ли Вы средства защиты от Солнца (солнечные очки, крема с SPF-защитой и т.д.)?

При анализе изученных данных, можно сделать вывод, что Солнце сильно влияет на человеческий организм, вызывая старение кожи, ухудшение зрения и иммунитета. Тем не менее, от Солнца зависит наше существование, все что мы можем, это лишь придумать способы уменьшить влияние звезды на человечество.



## Типы галактик по классификации Хаббла. Музыка Вероника

9 класс АНОО «Царскоесельская гимназия», Санкт-Петербург

Научный руководитель: Коньков Р.А., Наумова М.В.

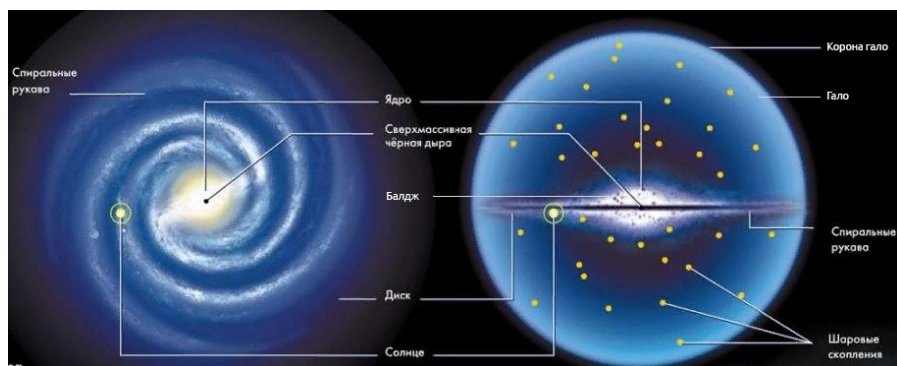
**Цель работы:** Исследование видов галактик по классификации Хаббла.

**Задачи:**

1. Выяснить основные виды галактик.
2. Изучить строение каждого представленного вида.
3. Рассмотреть последовательность циклов жизни галактик.

Галактика - это гравитационно связанная система звезд, остатков звезд, межзвездного газа, пыли и темной материи. В 1936 году Хаббл предложил классификацию галактик, которую до сих пор используют. По камертону Хаббла галактики разделяют на следующие виды: спиральные, эллиптические, линзовидные, неправильные. Сначала образуются спиральные галактики, после них идут линзовидные, затем эллиптические. Неправильные относят к отдельному типу, который был образован при деформации под гравитационным воздействием других галактик.

Спиральная галактика (обозначается S) — один из основных типов галактик в последовательности Хаббла, описанный им в 1936 году. Это тип галактик, на изображении которых хорошо заметны спиральные ветви. К спиральным галактикам относятся большинство наблюдаемых галактик, а также наша Галактика Млечный путь.



Ближайшая к нам спиральная галактика – Туманность Андромеды, спиральные ветви которой образуют подобие широкого кольца вокруг центра. Спиральные галактики наполнены пылью и газом, из-за чего создаются отличные условия для формирования звёзд. Считается, что они моложе эллиптических. Основные структурные составляющие спиральных галактик: звёздно-газовый диск со спиральными ветвями, центральное сгущение звёзд – балдж, и протяжённое гало, содержащее звёзды, разреженный горячий газ и тёмную материю. Во внутренней области диска спиральных галактик часто наблюдается вытянутая звёздная структура – бар (перемычка) размером несколько килопарсек.

Эллиптические галактики (обозначается E), тип галактик, имеющих форму, близкую к или эллипсоидальной. В общем случае их форма может быть описана как трёхосный эллипсоид без резких границ. В отличие от галактик других морфологических типов эллиптические галактики не обладают звёздными дисками либо они очень слабо выражены. В спиральных сосредоточены молодые звёзды и много областей звёздообразования. А вот эллиптические скорее мёртвые. В них мало пыли и газа, а значит, новые звёзды не могут формироваться вместо этого присутствуют старые красные звёзды. Структура эллиптических галактик включает в себя центральный балдж и гало. Балдж совпадает с геометрическим центром галактики и состоит из старых звезд.

Линзовидные галактики (обозначаются S0), распространённый тип галактик, в дисках которых нет ни чётких спиральных ветвей, ни ярких областей звездообразования. По некоторым характеристикам линзовидные галактики похожи на эллиптические, по некоторым – на спиральные. Общая структура линзовидных галактик роднит их со спиральными галактиками. Они имеют сходные значения масс (светимостей) и содержат те же структурные компоненты: звёздный диск, центральное звёздное сгущение – балдж, который часто (но не всегда) бывает очень массивным, а также тёмное гало. Главное отличие от спиральных галактик заключается в том, что рождение звёзд в линзовидных галактиках прекратилось практически полностью очень давно, многие миллиарды лет назад, что сделало их похожими на эллиптические галактики по составу звёздного населения, цвету и спектру. Как и в спиральных галактиках, в центральной области диска линзовидных галактик часто наблюдается вытянутая звёздная перемычка – бар, иногда в диске выделяется широкое размытое кольцо вокруг центра (в спиральных галактиках также встречаются кольцевые структуры).

Неправильные галактики (обозначаются Irr), тип галактик, для которых характерна неправильная форма, отсутствие регулярной структуры. В неправильных галактиках не наблюдается ни балджа, ни чётко выраженных спиральных ветвей. Неправильные галактики содержат звёзды разных возрастов и межзвёздный газ и относятся к дисковым системам, поскольку основное количество звёзд и межзвёздной среды в них образует вращающийся «пухлый» звёздно-газовый диск. Он состоит преимущественно из старых звёзд (хотя могут быть звёзды всех возрастов) и имеет более симметричную форму, чем сама галактика, наблюдаемая в оптическом диапазоне спектра. Бесструктурный вид этим галактикам придаёт хаотичное расположение в галактическом диске группировок молодых звёзд и связанных с ними светящихся облаков ионизованного газа. В процентном отношении неправильные галактики составляют примерно четверть от общего числа галактик во Вселенной.

Вывод: было выяснено, что типы галактик — очень интересная тема для изучения. Хотя некоторые галактики малоизучены, про них не так много материала, но тем не менее было интересно это рассматривать. Строение галактик сложное, и у каждой оно индивидуальное, что усложняет изучение и делает его более занимательным.

#### Список использованной литературы:

1. bigenc.ru>c/spiral-nye-galaktiki-a39e81
2. starcatalog.ru>Основы астрономии>...spiralnoy-galaktiki.html
3. astrologid.com>galaktiki/ellipticheskie-galaktiki
4. 4glaza.ru>articles/osobennosti-i-struktura-...

## Создание программы, определяющей финальный продукт звездной эволюции. Остапенко Анастасия

9 класс ГБОУ СПб ГФМЛ № 30, Санкт-Петербург

Научный руководитель: Наумова М.В.

**Цель работы:** создание программы, которая при вводе массы одиночной звезды на главной последовательности выводит конечный результат её эволюции.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

1. Изучение эволюции звёзд;
2. Сбор материала об этапах звёздной эволюции;
3. Рассмотрение эволюции звёзд с точки зрения её параметров;
4. Создание программы.

Изучение эволюции звёзд актуально по нескольким причинам.

Во-первых, это поможет разобраться в звёздах как в классе объектов, что позволяет возможным прогнозирование поведения Солнца, от которого зависит наша жизнь.

Во-вторых, в долгосрочной перспективе, данная информация может пригодиться в дальнейшем освоении других звёздных систем и их колонизации.

На первом этапе работы была собрана информация о звёздной эволюции. Эволюция звёзд - это последовательность изменений, которые происходят со звездой в течение ее жизни. Она состоит из нескольких этапов:

- формирование,
- звезда главной последовательности и
- смерть.

Этап рождения можно разбить ещё на несколько этапов:

- облако,
- сжатие,
- протозвезда,
- молодая звезда.



Затем каждый из этапов был рассмотрен более подробно.

Звёзды образуются из огромных облаков молекулярного газа, которые иначе называют «звёздными колыбелями». Под действием гравитации они начинают

сжиматься и сначала образуется протозвезда, затем — молодая. После в недрах объекта запускаются термоядерные реакции, звезда переходит на стадию главной последовательности, которая занимает 90% жизни звезды.

В конце концов жизнь звезды заканчивается, и она становится либо белым карликом, либо нейтронной звездой, либо чёрной дырой.

В итоге было выяснено что финальный продукт эволюции зависит в основном от массы звезды на главной последовательности.

Следующим шагом стал сбор информации о взаимосвязи массы звезды и результата эволюции. Результат исследования приведен в таблице.

Таблица 2: Взаимосвязь массы звезды и результата эволюции

Масса звезды	Финальная стадия	Результат эволюции
Менее 0,5 $M_{\odot}$	Гелиевый белый карлик	Медленное остывание
От 0,5 до 8-10 $M_{\odot}$	Белый карлик (Одиночный) Белый карлик (в двойной или кратной системе)	Медленное остывание Взрыв новой
От 10 до 40 $M_{\odot}$	Взрыв суперновой	Нейтронная звезда
От 40 до 100 $M_{\odot}$	Взрыв суперновой	Черная дыра
От 100 до 150 $M_{\odot}$	Термоядерный взрыв	Полное уничтожение

По результатам данной таблицы была написана программа, на вход которой подается масса звезды на главной последовательности, а на выходе получается объект, который станет финальным продуктом её эволюции.

В дальнейшем программа будет усложнена и дополнена.

**Список источников:**

1. Галактики / ред.-сост. В.Г. Сурдин. – Изд. 3-е, испр. и доп. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2019. – 432 с. – (Астрономия и астрофизика).
2. Звезды / ред.-сост. В.Г. Сурдин. – Изд. 3-е, испр. и доп. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2013. – 428 с. – (Астрономия и астрофизика).
3. Суперобъекты: Звезды размером с город / Сергей Попов; - М.: Альпина нон-фикшн, 2019. – 238 с. : ил. – (Серия «Библиотека ПостНауки»).
4. Устройство нашей Вселенной / Рубин С.Г.; - изд. 3-е, испр. и доп. – Фрязино: «Век 2», 2016. – 320 с.
5. Вселенная. Иллюстрированный гид / авт.-сост. Оксана Абрамова. - Москва: Издательство АСТ, 2018. - 192 с.
6. <http://space.astrolab.ru>

## **Секция «История авиации и авиационная техника»**

---

### **История авиамоделирования и принципы проектирования авиамоделей. Мацавей Артем**

**8 класс ГБОУ Лицей № 373, Санкт-Петербург**

**Научный руководитель: Костиков А.К.**

**Цель:** Осветить понятие авиамоделизма, историю его зарождения и рассмотреть основные принципы авиамоделирования.

**Задачи:**

1. Провести краткий обзор некоторых моделей и их ТТХ
2. Продемонстрировать опытный образец на примере тренировочной модели
3. Рассмотреть перспективы будущего развития авиамоделирования

Авиамоделизм – это конструирование и постройка моделей летательных аппаратов в технических или спортивных целях.

**Краткая хронология авиамоделизма**

1475 год – первые эскизы летательного аппарата.

1754 год – М. В. Ломоносов сконструировал и построил одну из первых авиамоделей - «аэродромическую машинку», прообраз вертолётa.

1871 год – игрушка, сделанная из нескольких реек, кусочков вощеной бумаги и резиновых нитей, пролетела 45 метров. Эта игрушка стала первой авиамоделью, а ее создатель - Альфонс Пено - «крестным отцом» авиамоделизма.

1900 год – прошли первые соревнования во Франции.

1905 год – создана Международная авиационная федерация в Париже.

1925 год – начали проводить первые чемпионаты мира .

Начиная с 1950-х годов авиамоделный спорт становится популярен во многих странах мира. Соревнования по авиамоделному спорту регулярно проводились в СССР, Англии, Франции, Германии, Югославии. С 1960 года действует правило - средства на проведение турниров выделяет страна «хозяйка».

Конструкторы-любители собирали профессиональные модели, которые достигали скорости до 300 км/ч, а время полёта длилось 33 часа.

**Авиамоделизм в России и СССР**

В 1876-1877гг. А.Ф. Можайский создавал модели самолётов и демонстрировал их полёты. На моделях он изучал основы полёта, исследовал поведение отдельных элементов конструкции, на основании чего был построен первый в мире самолёт.

Применение авиамоделей помогло Н. Е. Жуковскому открыть законы движения тел в воздушной среде. Он первый организовал соревнования летающих моделей 2 января 1910 г. в Москве, на которых лучшая модель пролетела 170 м.

1923 год – зарождение массового советского авиамоделизма. Во многих городах СССР были организованы авиамоделные и авиамоделно-планерные кружки и

курсы.

1925 год – появляются первые две школы авиамоделизма: московская и закавказская. Позже школы слились в одну.

1931 год — организация в Москве первой в Союзе центральной авиамодельной лаборатории.

В конце 1952 года советский авиамодельный спорт был включен в единую систему спортивных мероприятий, проводимых соответствующими органами, руководящими развитием спорта в СССР. Авиамodelисты получили право на такие звания как «мастер спорта», «заслуженный мастер» и т. д.

С 1992 года российские авиамodelисты выступают на международных соревнованиях самостоятельно. Авиамodelный спорт нашей страны занимает достойное место в мире.

На первых Всемирных воздушных играх 1997 года российские авиамodelисты завоевали в лично-командных зачетах 5 золотых, 5 серебряных и 3 бронзовые медали.

### **Принципы проектирования авиамodelей**

- Определение масштаба
- Выбор типа авиамodelи
- Изучение аэродинамических принципов
- Выбор материалов
- Разработка чертежей и рисунков

### **Перспективы будущего развития авиамodelирования**

- Создание новых перспективных modelей
- Развитие беспилотной авиации и создание разных целевых направлений
- Использование новых материалов и технологий
- Увеличение дальности полета и функциональности modelей

### **Заключение**

Авиамodelизм имеет большое значение в сегодняшние дни. Авиамodelизм позволяет решать немаловажные задачи в научно-техническом эксперименте создания летательных аппаратов, позволяет проверить идеи, технические новинки, вести научные исследования.

Авиамodelизм продолжает жить и развиваться, принося на благо обществу свои рационализаторские изобретения, которые реализуются в наше время. Современный авиамodelизм - важное вспомогательное средство для конструирования самолётов.

### **Список литературы:**

1. Ермаков А. Простейшие авиамodelи; М.: Просвещение, 1989
2. Воскоян Т. Прошлое и будущее авиамodelизма [Электронный ресурс] [https://olymp.as-club.ru/publ/arkhiv\\_rabot/devjataja\\_olimpiada\\_2012\\_13\\_uch\\_god/proshloe\\_i\\_budushhee\\_aviamodelizma/28-1-0-515](https://olymp.as-club.ru/publ/arkhiv_rabot/devjataja_olimpiada_2012_13_uch_god/proshloe_i_budushhee_aviamodelizma/28-1-0-515)
3. Авиамodelизм обзор, история, развитие, правила, известные спортсмены, интересные факты [Электронный ресурс] <https://oksait.ru/sport/aviamodelizm-eto-chto>
4. Павлов А.П. Твоя первая модель, ДОСААФ, 1979

## Развитие авиационных материалов.

Тищенко Святослав

9 класс ГБОУ Лицей № 281, Санкт-Петербург

Научный руководитель: Летовитез А.Е.

**Цель работы:** изучение авиационных материалов.

**Задачи:**

1. Изучить историю создания авиационных материалов;
2. Рассмотреть основные требования, предъявляемые к материалам в авиации;
3. Оценить перспективы дальнейшего развития авиационного материаловедения;
4. Выполнить практическую работу в целях измерения максимальных напряжений композита.

В работе рассмотрена история и развития авиационных материалов, приведены определённые требования к материалам на разных типах самолётов, высказаны предположения о дальнейшем их развитии, и выполнена практическая часть, в которой проведено определение выносливости и максимальных напряжениях материалов.

Ещё в 1867 году инженер-изобретатель Н.А. Телешов в Париже получил патент на самолет «Дельта» с пульсирующим воздушно-реактивным двигателем. Раньше, чем А.Ф. Можайский провел свое первое испытания самолета с паровым двигателем. И много раньше, чем появился первый поршневой самолет. Однако, идея Телешева, как и все значительно опередившие свое время, осталась лишь уделом истории.

Авиация начала свою историю с древесины и плотницких технологий. Но уже скоро она потребовала себе новых материалов, технологии производства которых были уже созданы, но имели ограниченное применение.

Поэтому в 30-х годах 20 века возникла отдельная отрасль науки о материалах – авиационное материаловедение. В СССР в 1932 году был открыт Всесоюзный Институт Авиационных материалов, который определил основные требования к ним.

Спрос со стороны авиации сделал производство материалов массовым, заставил развивать смежные области производства (например, энергетику), что вызвало значительные социальные изменения («Коммунизм – Советская власть плюс электрификация всей страны!» В.И. Ленин). Эта тенденция сохранилась до середины века. В дальнейшем, с наступлением реактивной и сверхзвуковой эпохи в авиации и с началом ракетостроения и космонавтики, уже их потребности диктовали промышленности создание новых технологий.

Авиационные материалы требуют: большой выносливости, прочности, дешёвого производства и лёгкости.

Так на смену алюминиевой появилась новая отрасль металлургии – титано-магниева, требовавшая не только электроэнергии, но и более квалифицированных кадров.

Затем наступила новая эпоха – эпоха композитных материалов, в которую конструктора и материаловеды стали работать рука об руку, и на новые требования конструкции стало возможным почти сразу создавать требуемый для них материал.

Производства таких материалов максимально гибкие – при одном и том же оборудовании можно производить и обрабатывать широкий набор композитов, включая и вновь создаваемые. Такие предприятия в наименьшей степени капиталоемки (то есть требуют минимум зданий и сооружений, тяжелого оборудования и т.д.) и энергоемки. Зато их работники имеют высокую квалификацию, на них занято большое количество инженеров, то есть данные предприятия отличаются наукоемкостью.

В производстве композитов, вероятно, будет продолжаться уменьшение размеров контактирующих компонентов, в перспективе – до наночастиц и нанонитей. Это даст возможность создавать сегодня практически невероятные виды материалов.

В настоящее время композитные авиационные материалы имеют большой потенциал развития. Вероятно, когда-нибудь откроется возможность создавать наиболее подходящие композитные материалы непосредственно под создаваемый новый проект ЛА.

Развитие космонавтики и авиации, безусловно, будут ставить перед наукой о материалах новые и новые задачи, которые она с накопленным на сегодня потенциалом развития, успешно решит.

В ходе работы был проведен эксперимент: испытание ряда авиационных материалов на изгиб (профиль 10 мм<sup>2</sup> - стеклопластик, карбон, титан, нержавеющая сталь).

### **Список литературы**

1. Абибова А.Л. (ред.) // Композиционные материалы в конструкции летательных аппаратов. [https://www.studmed.ru/abibova-a-l-red-kompozicionnye-materialy-v-konstrukcii-letatelnyh-apparatov\\_de8eba1638b.html](https://www.studmed.ru/abibova-a-l-red-kompozicionnye-materialy-v-konstrukcii-letatelnyh-apparatov_de8eba1638b.html)
2. Васильев В. В. Механика конструкций из композиционных материалов. - М.: Машиностроение, 1988.
3. Климов В. Н. Современные авиационные конструкционные сплавы: учеб. пособие. Самара: Изд-во Самарского университета, 2017. – 40 с.
4. Колобков А.С. // Полимерные композиционные материалы для различных конструкций авиационной техники (обзор). <https://cyberleninka.ru/article/n/polimernye-kompozitsionnye-materialy-dlya-razlichnyh-konstruktsiy-aviatsionnoy-tehniki-obzor>
5. Материалы деталей авиационных двигателей. Учебный справочник по дисциплине «Конструкция и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок» // Уфа 2021
6. Попова М. В., Прудников А. Н., Долгова С. В., Малюх М.А. // Перспективные алюминиевые сплавы для авиационной и космической техники. <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivnye-alyuminievye-splavy-dlya-aviatsionnoy-i-kosmicheskoy-tehniki>



## Проект «Радиоуправляемая модель самолета Cessna 172». Танин Максим

11 класс ГБОУ СОШ № 455, Санкт-Петербург

В наше время во всём авиационном мире проявляется большой интерес к беспилотным и радиоуправляемым летательным аппаратам любых размеров и возможностей. Благодаря таким летательным аппаратам осуществляется аэрофотосъемка разных объектов, разведка местности, развитие навыков управления беспилотными летательными аппаратами. Так как стоимость использования БПЛА значительно ниже, чем использование вертолётов и самолётов, то и развитие этих систем становится всё более перспективным.

Я решил разработать и построить летающую радиоуправляемую модель, которая могла бы выполнять основную функцию беспилотного летательного аппарата - аэрофотосъёмку и ведение наблюдения за местностью на высоте 200-1000 метров.

**Цель проекта:** разработка радиоуправляемой модели Cessna 172, которая будет имитировать полеты настоящего самолета.

Работа включает в себя проектирование, изготовление и тестирование модели, а также анализ ее характеристик и возможностей.

### Задачи проекта:

1. Изучить историю авиамоделирования и модели самолетов;
2. Ознакомиться с существующими видами моделей самолетов Cessna;
3. Сконструировать радиоуправляемую модель самолета;
4. Провести опытный полета.

В работе описаны проблемы, которые возникают при создании радиоуправляемой модели, описаны основные этапы разработки и создания модели, а также её опытный полет.



### Заключение:

Результатом работы является изготовленная модель самолёта, состоящая из:

- фюзеляжа,
- крыла,
- хвостовой части,
- винтовой части,
- двигателя,
- шасси,
- маленьких и больших колес.

**Лучшие из «летающих танков».**  
**Штурмовики, как отдельный род авиации.**  
**Белов Александр**

**9 класс ГБОУ СОШ № 464, Санкт-Петербург**

**Научный руководитель: Теплякова А.С.**

Если для большинства типов боевой авиации в приоритете скорость и маневренность, то для штурмовиков – броня и огневая мощь. Отсюда и прозвище «летающие танки». Это связано с тем, что штурмовая авиация действует на сверхмалых высотах и подвергается обстрелу из разных типов ручного вооружения.

**Цель работы:** выяснить роль штурмовиков, как отдельного рода авиации, в военных конфликтах 20-21 вв., оценить перспективу применения этого вида самолетов в будущем.

**Задачи:**

1. изучить историю штурмовой авиации,
2. описать лучшие образцы штурмовиков,
3. изучить опыт создания и эксплуатации этого типа самолетов ведущими военными державами мира,
4. сделать обобщающий вывод.

**Понятие штурмовой авиации**, ее отличие от других родов военной авиации, способной поражать наземные цели. Самолеты штурмовой авиации – штурмовики - предназначены для поражения наземных целей с помощью стрелково-пушечного вооружения и ракет. Точность поражения движущихся и растянутых целей, таких как колонны техники, пехота, жд-эшелоны, обеспечивается способностью летать на малых высотах без пикирования.

**Первый штурмовой**

Первая мировая война поставила перед авиацией задачу по созданию самолета для атаки живых целей, стрельбе по наземной поверхности и броне. В 1915 г. на базе трофейных германских самолетов в Российской Империи авиатором В.А.Лебедевым создан первый в истории штурмовик Лебедь XII. Провальный опыт использования этого недоработанного во всех смыслах самолета заморозил развитие отечественной штурмовой авиации на долгих 25 лет.

**Летающий танк**

В 1940 году, на пороге войны, советское командование ставит задачу немедленно начать производство бронированных штурмовиков, понимая какие преимущества дает этот род авиации в «войне моторов».

Создается и принимается на вооружение БШ-2, он же Ил-2 – самый массовый боевой самолет в истории, «летающий танк», один из символов Победы!

Врага повергали в ужас две 23-мм пушки ВЯ, два скорострельных пулемета ШКАС помноженные на маневренность и неуязвимость этого штурмовика.



### **Крупнокалиберный ответ**

В противостояние смертоносному Ил-2 Германия создает Хеншель Hs 129. Но допускает явные конструкторские просчеты. Самолет имеет единственное достоинство – 75-мм пушку, а недостатков множество – от большой массы до незащищенности важнейших агрегатов и узлов.

### **Штурмовая авиация НАТО периода Холодной войны**

Великобритания

Делая ставку на развитие палубной авиации, для противостояния новым типам советских легких крейсеров проекта 68-бис «Свердлов» в 1958 г. королевский флот внедряет Blackburn Buccaneer – палубный штурмовик, произведенный компанией Blackburn Aircraft. Применить этот самолет в боевых условиях Великобритании смогла только через 33 года, во время войны в Персидском заливе в 1991 году.

США

В 1960 г. на вооружение ВМС США поступает палубный штурмовик A-6 Intruder, корпорации Grumman. По своим характеристикам он скорее был палубным бомбардировщиком, обладавшим большой бомбовой нагрузкой и дальностью полета. Эти самолёты никогда не поставлялись на экспорт и участвовали во многих военных операциях США от Вьетнама до Ирака.

Следующий проект палубного самолета A-7 Corsair II по своим характеристикам был уже ближе к привычным нам штурмовикам. Самолёт оказался более дешёвым в производстве, и более неприхотливым в эксплуатации. «Корсар», в отличие от своего предшественника, поставлялся на экспорт и до сих пор находится на вооружении некоторых стран.

Апогеем в развитии штурмовиков для ВВС США стал A-10 Thunderbolt II. Самолёт, буквально построен вокруг сверхмощной семиствольной 30-мм пушки GAU-8. Находясь на вооружении с 1977 года, за счёт регулярной модернизации, остаётся современным даже спустя 50 лет после создания. Однако успешный опыт применения A-10 в Ираке объясняется не сколько техническим совершенством самолета, сколько идеальными условиями ведения боя: плоский пустынный ландшафт и отсутствие современных средств ПВО у противника.

### **Штурмовая авиация СССР и России**

Необходимость в современном сверхзвуковом штурмовике, способном низко летать и нести на себе большое количество вооружения, возникла с началом войны в Афганистане. Таким штурмовиком стал лёгкий в производстве, удобный в обслуживании и управлении, отлично вооружённый и защищённый, легендарный Су-25 (НАТО-Frogfoot), принятый на вооружение в 1980 году.

В Афганистане штурмовик, получивший прозвище «Грач», показал себя отлично. Однако настоящее боевое крещение Су-25 принял во время первой чеченской кампании, когда приходилось работать не только в горах, но и в условиях населенных пунктов.

«Грачи» до сих пор состоят на вооружении России, Перу, КНДР, Украины, Беларуси, Абхазии, Казахстана и Грузии.

### **Вывод:**

Несмотря на то, что Thunderbolt и Су-25 до сих пор стоят на вооружении многих стран мира, мы понимаем, что это разработки времен Холодной войны. За последние 30-50 лет в разы совершеннее стали мобильные и ручные комплексы ПВО. Совершенствуется также авиационные подвесные системы вооружения. Классические тактики применения штурмовой авиации требуют пересмотра, так как штурмовики не имеют возможности и необходимости сближаться с противником.

### **Список источников:**

1. [www.war-book.ru](http://www.war-book.ru)
2. [www.airwar.ru](http://www.airwar.ru)
3. [www.topwar.ru](http://www.topwar.ru)
4. [www.арсенал-инфо.рф](http://www.арсенал-инфо.рф)
5. «Крылья России. История и самолеты»
6. М.Жирохов «Рождение советской штурмовой авиации»

## Проект истребителя 6-го поколения. Полозкова Елизавета

11 класс МОБУ «СОШ «Муринский ЦО № 4», Санкт-Петербург

Научный руководитель: Костиков А.К.

**Цель работы:** проектирование истребителя 6-го поколения

**Задачи:**

1. Дать определение истребителя;
2. Исходя из общих требований ко всем истребителям, задать требования к истребителю 6-го поколения;
3. Изучить технические характеристики истребителей 5-го поколения;
4. Предложить характеристики 6-го поколения;
5. Изготовить эскиз.

Истребитель - военный самолет, предназначенный для завоевания господства в воздухе. К истребителю 6 поколения предъявляются следующие требования:

- Гиперзвуковая скорость
- Малозаметность
- Большая дальность полета
- Маневренность
- Возможность внедрения искусственного интеллекта (ИИ)
- Модульность и универсальность

Чтобы создать истребитель нового поколения, нужно изучить характеристики прошлого поколения.

Общие достоинства 5 поколения:

- Малозаметность
- Использование ИИ в управлении полетом и боем
- Сверхзвуковая скорость
- Два эффективных турбореактивных двигателя
- Универсальность
- Сверхманевренность
- Современная авионика
- Вооружение для ближнего/среднего/дальнего воздушного боя

Примеры:

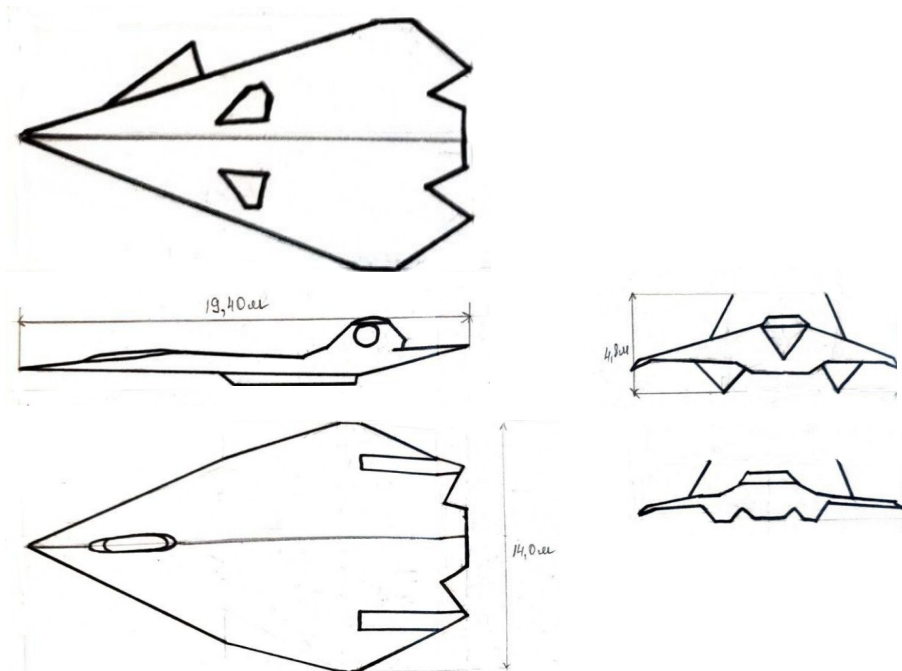
**Су-57.** Наличие управляемого вектора тяги (УВТ). Способность вести бой и сохранять управление на критических углах атаки.

**F-35.** Вертикальная или укороченная посадка/взлет. Способность управления при малых скоростях.

А что же можно улучшить?

1. Использование новейших материалов – сверхлегких, сверхпрочных, сверхтермостойких;
2. Использование метаматериалов для обеспечения невидимости в оптическом диапазоне электромагнитных волн;
3. Использование ИИ для управления полетом и боем без участия пилота.

Актуальность проекта: использование современных научных достижений для принципиального улучшения характеристик 5-го поколения.



Предлагаемые технические составляющие истребителя 6-го поколения:

1. Два турбореактивных двигателя (ТРД);
2. Максимальная высота: 20 000 метров;
3. Максимальная скорость: 5 и более Махов;
4. Основное вооружение:
  - 30-мм автоматическая пушка 9А1-4071К или ГШ 301 с боекомплектом до 150 снарядов;
  - управляемая ракета воздух-воздух (УРВВ) с инфракрасной головкой самонаведения (ИК ГСН) для ближнего боя;
  - УРВВ с активной радиолокационной головкой самонаведения (АРЛ ГСН) (выстрелил-забыл) для боя на средней и большой дистанции.
5. Система предупреждения опасности (СПО) под управлением ИИ;
6. Возможность модернизации для работы с УРВП;
7. Сверхманевренность;
8. Вертикальная или укороченная посадка/взлет.

#### Вывод:

Для кардинального улучшения характеристик истребителя 5-го поколения (создания 6-го поколения) необходимо применение технологий, основанных на современных научных достижениях в области физики, науки о материалах и искусственного интеллекта.

## Концепт универсального транспортного аэрокосмического комплекса. Гараев Даниил

9 класс ГБОУ СОШ № 296, Санкт-Петербург

Научный руководитель: Коститиков А.К.

Аэрокосмический комплекс — это авиационный комплекс, способный эффективно решать разнородные задачи как в атмосфере, так и в космосе. А именно с помощью самолёта-носителя доставлять ракету в район старта, где обеспечивается её пуск в воздух, проходя при этом наиболее плотные слои атмосферы.

**Цель проекта:** Разработать концепт многофункционального самолёта

**Задачи:**

1. Изучение литературы по самолётам
2. Изучение литературы по многофункциональным самолётам
3. Создание концепта самолёта

В работе проанализированы тактико-технические характеристики разных самолётов СССР, США и России.

**SR-71 «Blackbird»** — стратегический разведчик с максимальной скоростью 3,5 тысячи км/час, максимальной высотой взлёта 25.910 м и дальностью полёта без дозаправки 5 230 км.

**Ан 244 «Руслан»** — военно-транспортный самолёт с максимальной скоростью 850 км/ч, максимальной высотой полёта 11 600 м, и дальностью полёта без дозаправки 7 700 км.

**Ил-76 М90** — военно-транспортный самолёт с максимальной скоростью полёта 850-900 км/ч, максимальной высотой полёта 10 200 м, с дальностью полёта без дозаправки 9 700 км.

**Boeing C-17 globalemaster** — военно-транспортный самолет, с максимальной скоростью полета в 833 км/ч, максимальной высотой полёта 13 715 м, и дальностью полета 8 710 км/ч.

В данном проекте была предпринята попытка создания концепта многофункционального самолёта, летающего на предельных скоростях. Его название — CP-71 RUS, что означает Самолёт Развитый Российский Универсальный Стратегический. За аналог выбран американского самолёт-разведчик 1960-1970-х годов CR-71 Blackbird. Благодаря увеличенным размерам и увеличенной кабине, функционал самолёта расширяется с транспортировки грузов и людей до запуска спутников с его борта.

Тактико-технические характеристики разрабатываемого самолёта:

- Экипаж от 2-4 человека.
- Двигатели — 3 стационарных плазменных двигателя СПД-700 (находятся на стадии создания концепта).
- Скорость: максимальная — 42 500 км/ч, минимальная — 180-200 км/ч, крейсерская — 10 000 км/ч.
- Габариты: длина — 160 м, высота — 33 м, размах крыльев — 92 м.
- Длина разбега — 3 000 м, длина пробега — 1 500.
- Возможность вертикального взлёта и посадки.

Для данного самолёта была поставлена задача преодоления скорости в 42 500 км/ч при практически не ограниченной максимальной высоте полёта.

Почему же самолёт сможет так быстро и высоко летать? За счёт СПД, за счёт счёт автономной подзарядки и подзарядки в воздухе извне. Самолет теоретически сможет находиться в воздухе неограниченное количество времени.

Стационарный плазменный двигатель — это электростатический ракетный двигатель на эффекте Холла с истечением нейтральной плазмы, разработанный в опытном конструкторском бюро «Факел» при научном сопровождении ИАЭ (Институт атомной энергии) им. И.В.Курчатова, МАИ (Московский авиационный институт) и НИИ ПМЭ (Научно-исследовательский институт прикладной механики и электродинамики).

Как быть с управлением этого самолёта, ведь пилоты будут уставать? На самолёте будут находиться два экипажа от 2 до 4 человек каждый, то есть максимальное количество человек будет 8. Имея необходимый запас еды, воды и жизненно важных предметов, самолёт будет всегда под управлением экипажа или искусственного интеллекта (ИИ) и сможет находиться в воздухе нужное количество времени.

Для решения проблем с перегревом корпуса будет использоваться замкнутая водная система охлаждения, с использованием трубчатой системы покрывающая весь самолёт изнутри.

Варианты использования данного самолёта практически не ограничены. Самолет сможет решать следующие задачи:

- Перевозка пассажиров, грузов и объектов;
- Сотрудничество при перевозке важных лиц государства;
- Разведка. Передача и пеленгование сигнала для выполнения правительственных заданий;
- Запуск ракет (МБР, КК «Союз» и т. д.);
- Вывод спутников на орбиту;
- Доставка грузов для российской орбитальной станции;
- Межпланетные перелёты;
- Доставка грузов к колониальным базам.

### **Выводы**

Реализация проекта универсального транспортного аэрокосмического комплекса возможна в ближайшее время. При подготовке своего проекта я узнал много разной, интересной информации и фактов про самолёты.



## **Разработка проекта дальнемагистрального пассажирского самолета. Кравчук Руслан**

**8 класс ГБОУ СОШ № 707, Санкт-Петербург**

**Научный руководитель: Костиков А.К., Филатова И.В.**

**Цель проекта:** Создание концепта нового дальнемагистрального самолёта.

**Задачи:**

1. Изучение дальнемагистральных самолётов;
2. Анализ характеристик самолётов, которые используются на дальних рейсах в России;
3. Определение требования к дальнемагистральному самолёту;
4. Создание концепта нового авиалайнера;
5. Прогноз спроса на данный самолёт.

В виду больших территорий спрос на дальнемагистральные авиалайнеры в России довольно высок. На регулярных линиях летают Боинг 777 и Аэрбас А 321, которые вмещают примерно 300 человек. Хотя они и перевозят довольно много людей, у них есть проблема со скоростью -- 850-950 км/ч. На территории России вполне уместно использовать сверхзвуковые самолёты, по типу Конкорд или Ту-144.

Создание дальнемагистрального авиалайнера в России очень перспективно и, вполне возможно, может получить успех в коммерческом плане.

Рассмотрим причины неуспеха первого поколения сверхзвуковых пассажирских авиалайнеров и возможные пути решения проблем:

1. Большое потребление топлива. Данную проблему можно решить современными технологиями. Например: вместо 4 двигателей можно поставить 3, но с большой степенью двухконтурности и без форсажа на двух двигателях.
2. Очень сложное обслуживание. Механизм отпускания носа самолета для улучшения видимости был довольно сложен как при его создании, так и при его обслуживании. Данную проблему можно решить с помощью камер, то есть пилоты будут садиться по приборам, но на случай поломки камер можно сделать простой механизм, чтобы отпустить нос, но поднять его будет невозможно.
3. Высокие требования к инфраструктуре. Данную проблему можно решить с помощью установки ВСУ и возможности посадки на низких скоростях. Для посадки на низких скоростях можно создать простой по своей концепции механизм, который сможет менять стреловидность крыла.
4. Необходимость большого пробега после посадки. Проблема частично решена с помощью крыла с изменяемой стреловидностью, но на центральный двигатель можно поставить реверс тяги.

В ходе работы были определены требования к основным техническим характеристикам (см. таблиц).

Главные требования:

- Высокая скорость;
- Большая вместительность;
- Минимальные требования к инфраструктуре.

Таблица 1. Основные требования

Характеристики	Требования	Способ решения
Скорость Высота	4 000 км/ч 40 000 м	Уменьшение лобового сопротивления и увеличение площади крыла
Вместительность	250 чел	Длинный и широкий фюзеляж. При 2 классовой компоновке: эконом-класс- 220 мест, бизнес-класс- 30 мест При 1 классовой компоновке: эконом-класс - 320 мест, бизнес-класс- 160 мест
Инфраструктура	Пробег по ВПП	Создание крыла с изменяемой стреловидностью крыла. Установка ВСУ и насосов в топливный бак

В работе проведен прогноз спроса на данный самолет, исходя из наличия в авиакомпаниях иностранных дальнемагистральных самолётов, которые в перспективе на ближайшее время надо будет менять.

Таблица 2. Прогноз спроса

Авиакомпания	ЛА	Наличие	Возможный спрос
Аэрофлот	A321	47	20
	A330	12	
	A350	7	
	B777	22	
Россия	B777	10	20
	B747	9	
Азур Эйр	B767	10	15
	B757	10	
S7	A321	8	6
<b>Всего самолётов</b>		<b>135</b>	<b>61</b>

**Выводы:**

- Был изучен рынок иностранных дальнемагистральных самолётов в России.
- Был создан концепт нового дальнемагистрального самолёта.
- Был спрогнозирован спрос на самолёт.

## Разработка концепта ударного экраноплана. Кривой Пётр

9 класс ГБОУ «Морской лицей», Санкт-Петербург

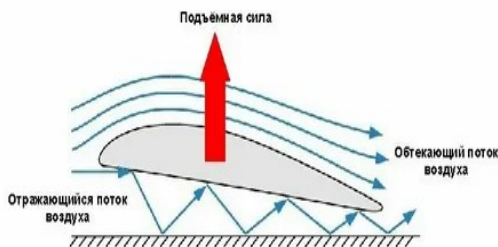
Научный руководитель: Костиков А.К.

**Цель проекта:** разработка концепта нового боевого ударного экраноплана, а так же перспективного соединения экранопланов для повышения эффективности их действия.

### Задачи:

1. Изучение существующего экраноплана;
2. Анализ полученных данных;
3. Изучение узлов требующих доработки;
4. Сравнение характеристик двух экранопланов

Экранопл́ан — транспортное средство для перемещения над поверхностью, поддерживаемое в атмосфере за счёт взаимодействия с воздухом, отражённым от поверхности земли или воды.



Экранный эффект или эффект влияния земли — эффект резкого увеличения подъёмной силы крыла и других аэродинамических характеристик летательного аппарата при полёте вблизи экранирующей поверхности (воды, земли и др.). Открыт в середине 20-х годов XX века.

В проекте для улучшения динамических характеристик экраноплана решено заменить устаревшие двигатели НК-87 с тягой 13000 кгс на более новые турбореактивные двигатели.

Выбран двигатель ПД-35, имеющий тягу 35000 кгс. Этот двигатель планируется применять на дальнемагистральных самолётах российского производства. Расчеты показали, что при установке 3 таких двигателей мы получаем тягу 105 000 кгс, что на 1 000 кгс больше, чем у 8 двигателей НК-87.



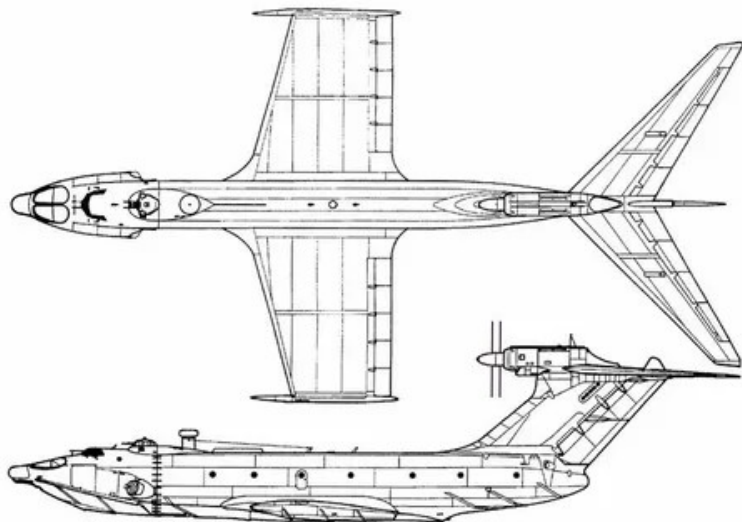
В проекте предлагается использовать 4 двигателя ПД-35 общей силой тяги 140 000 кгс. При такой силе тяги максимальная взлётная масса летательного аппарата будет равна 1 015 000 кг.

В проекте предлагается использование композитных материалов. Сейчас композитные материалы активно применяются в авиационной промышленности, из композитов делаются крылья и фюзеляжи самолётов. Эта тенденция обусловлена тем, что многие композитные материалы легче и крепче стали.

Главным оружием экранопланов всегда были ракеты, но стоящий на экраноплане «Лунь» комплекс «Москит» сильно устарел. На смену ему предлагается два варианта: первый вариант — это уже существующая ракета «Калибр», а второй вариант ракетного вооружения — это ракета «Циркон» (совсем недавно принятый на вооружение армии России и проходящий испытание комплекс).

Но экраноплану нужно не только оружие атаки, но и оборонительное вооружение. Главной проблемой экранопланов были не корабельные соединения, так как за счёт скорости экраноплана ни один даже самый быстрый корабль не сможет эффективно преследовать его. Большую опасность представляют авиация и ракеты. Чтобы успешно бороться с этими проблемами нужна мощная и современная система противозвушной обороны. Для решения этой проблемы в проекте решено применить ракетный комплекс М-22 «Ураган», это современная многозарядная система ПВО применяемая на флоте. Но для успешного поражения и обнаружения целей нужна новая и мощная система радаров, а для улучшения ее работы и правильное расположение. Так как большинство современных радаров имеют обтекаемую сферическую форму, то предлагается установить радары и радио рубку в хвосте экраноплана (как это было сделано на его предшественнике экраноплане «Лунь»).

Проведя множество исследований в этой области я пришел к выводу: существует прямая зависимость между размерами крыла и скоростью, а так же устойчивостью изделия. Зависимость выглядит так: чем шире крыло тем устойчивее аппарат, но с другой стороны, чем шире крыло, тем меньше будет скорость.



Из всех возможных вариантов крыла я выбрал крыло с загнутым концом и углом атаки в  $30^\circ$ , это увеличит направляемый поток воздуха под крыло и, тем самым, увеличит экранный эффект. Ширина крыла будет средней, что отразится на устойчивости проекта, но за счет такой формы крыла скорость пострадает не столь сильно, а она является определяющим фактором в военных действиях экраноплана. Именно скорость даёт неуязвимость экраноплана для надводных и подводных судов.

Для того что бы мой проект мог изменять траекторию -- обязательно хвостовое оперение, а именно хвост, похожий на самолётный, но имеющий стабилизаторы на конце хвоста в виде хвоста ласточки.

Главной сложностью аэродинамики экраноплана является обязательное условие плавучести данного аппарата. Экраноплан должен бороться с волнением, а для этого ему нужно подобие корабельного форштевня, но при этом коэффициент лобового сопротивления должен быть минимальным, т.е. верхняя часть фюзеляжа должна быть схожа с самолетной. Решением этой проблемы будет обычное соединение корабельного форштевня с самолетной кабиной. Так же для улучшения аэродинамических показателей на нижнюю носовую часть можно установить скуловые кили, которые будут играть роль элеронов и перенаправлять воздушный поток под крыло и на него.

Для достижения максимальной устойчивости на воде на концах крыльев нужно установить балансиры обтекаемой формы. Для достижения максимально мощного экранного эффекта днище экраноплана должно быть плоским и находится не сильно ниже уровня крыльев.

Главной аэродинамической частью экраноплана являются ракетные пусковые установки, для решения этой проблемы подойдет такой способ: установить пусковые системы на стойки обтекаемой формы а шахты ракет закрыть обтекаемыми конусообразными люками.

Как становится ясно, экранопланы могут вести борьбу не только против кораблей, но и против береговых целей. Для этого можно создать соединение из боевых экранопланов, в котором один экраноплан будет вооружен противокорабельным вооружением с системами ПВО, второй — системой реактивного огня или реактивными огнеметами для поражения укреплений или живой силы противника на берегу, третий же экраноплан будет вооружен легче остальных, скорее всего пушечным вооружением. Это будет экраноплан, в котором к берегу будет доставляться десантная группа для закрепления на местности. С помощью таких соединений доставка и переправка десантных групп будет осуществляться быстрее, закрепление группы будет максимально облегчено с помощью подготовки плацдарма артиллерийскими ударами, а это значит, что сократятся человеческие потери при штурме береговых укреплений.

### **Выводы:**

По итогам моего проекта разработан концепт экраноплана нового поколения, а так же разработана новая схема тактического применения их соединения.

**Проект бомбардировщика 5-го поколения.  
Петров Макар**

**7 класс ГБОУ Гимназия № 49, Санкт-Петербург**

**Научный руководитель: Костиков А.К.**

**Цель работы:** Разработка проекта бомбардировщика 5 поколения и обоснование его конструктивных решений

**Задачи:**

- Анализ существующих самолётов такого типа
- Определение технических требований к разработке самолёта
- Представление облика самолёта и обоснование его технических решений
- Описание предложения по способу применения

Главными представителями бомбардировщиков 5 поколения в настоящее время являются Northrop Gruman B 2 spirit (США) и проект перспективного авиационного комплекса дальней авиации (ПАК ДА, Россия).

К техническим характеристикам бомбардировщика 5 поколения предъявляются следующие требования:

- Крейсерская сверхзвуковая скорость;
- Использование технологии «стелс»;
- Наличие РЛС;
- Использование ЭДСУ и наличие современной авионики.

В проекте предлагаются следующие тактико-технические характеристики самолёта: крейсерская скорость 1400 км/ч; максимальная скорость 1900 км/ч; практический потолок 15 км; дальность полёта 40 000 км; масса боевой нагрузки 45 т.

**Способ применения**

Вывод на боевое дежурство:

1. Взлёт самолёта с восточных границ РФ.
2. Выход на сверхзвук и облёт северной Америки через воды Тихого и Атлантического океана.
3. После прохождения острова Гренландия -- снижение и замедление.
4. Процесс стыковки с вспомогательным самолётом и перемещение в него экипажа.

5. Продолжение полёта в беспилотном режиме

Выполнение боевой задачи:

1. Возвращение к точке стыковки.
2. Процесс загрузки экипажа.
3. Подлёт к месту пуска вооружения.
4. Разгон до сверхзвука и пуск вооружения.
5. Возвращение на аэродром базирования.

**Вывод**

В ходе работы над проектом бомбардировщика 5-го поколения разработан чертёж, учитывающий все критерии создания такого самолёта, обоснованы технические решения. Предполагаю, что с развитием технологий ядерной энергетики данный проект может быть осуществим.

**Лучший лётчик Сталинградской земли  
(Алексей Петрович Маресьев).  
Садохина Анфиса**

**11 класс МАОУ «Гимназия» городского округа,  
г. Урюпинск Волгоградской области**

**Научный руководитель: Думанова Н.Б., Котова Е.А.**

Подвиг... Это слово всегда связывают с войной. В наше мирное время о подвигах практически не говорят. А ведь история нашей страны — это огромное множество беспримерных подвигов во имя своей Родины.

Победа в Великой Отечественной войне — знаменательная дата в отечественной истории. Она служит всем гражданам России напоминанием о мужестве и подвигах тех, кто сражался на полях этой беспощадной войны. Но, кажется, что вновь о подвигах воинов ВОВ вспомнят лишь в следующую знаменательную дату.

В новостях Первого канала рассказали про поисковую экспедицию, которая разыскивает самолет Алексея Маресьева, летчика-аса, который в 26 лет лишился ног и ходил на протезах, но при этом он не только танцевал, но и управлял самолетом! Подвигом А. Маресьева я был тронут, поэтому и решила посвятить свою работу этому великому герою Великой отечественной войны. Я решила узнать, на каком самолете летал Алексей Маресьев и как он управлял самолетом без ног.

Во времена Советского Союза не было, пожалуй, в стране людей, которые не читали бы книгу «Повесть о настоящем человеке» или смотрели фильм с таким же названием. И конечно, все знали имя героя книги – Алексея Маресьева, летчика, совершившего личный подвиг во время Великой Отечественной войны. Мы живем на Сталинградской земле и все знаем имя этого отважного человека.

**Цель работы:** изучить биографию Алексея Петровича Маресьева, на каком самолете совершал полеты Алексей Маресьев после ранения, а также конструкцию и особенности его управления.

После изучения, анализа и обобщения информации о боевых заслугах Алексея Маресьева, посещения Центрального музея Военно-воздушных сил Российской Федерации в Монино я узнала, что 4 апреля 1942 года в ходе воздушной битвы самолет Алексея Маресьева был сбит. После тяжелого ранения и ампутации ног менее, чем через год - в феврале 1943 года - он успешно провёл первый пробный вылет, а в июле 1943 года вернулся на фронт.

Алексей Маресьев после ранения летал на самолете ЛА-5ФН. Самолет заслужил высокую оценку не только советских, но и немецких летчиков. Они назвали ЛА-5ФН лучшим фронтовым истребителем второй мировой войны, не имевшим себе равных на Восточном фронте.

Уральский танковый завод Нижнего Тагила в 1942-1943 гг. выпускал самолеты ЛА-5.

Я узнала строение и комплектацию ЛА – 5ФН. Я нашла схему устройства этого самолета, проанализировала и выяснила, что в конструкции присутствует педаль ножного управления, следовательно, ножное управление присутствует.

Из «Инструкции летчику по эксплуатации самолета ЛА-5ФН», изданной в 1944 году я узнала, что для взлета и набора высоты, необходимо использовать педаль

ножного управления. В воздушных боях летчики-асы применяли фигуры пилотажа, в инструкции я также определила, роль ножного управления. Оказалось, что и для выполнения данных фигур использовали педали. Это относится к фигурам – одинарный переворот, бочка, иммельман (полупетля), мертвая петля, скольжение, штопор и др.

Алексей Маресьев совершал боевые вылеты и участвовал в боях. Подтверждение этому - его героический поступок. Маресьев спас своих однополчан и лучших друзей от гибели. Он подбил сразу два немецких истребителя - одного по вертикали, второго – в лобовой атаке. Этот момент упоминается в фильме о Маресьеве, но полностью он не экранизирован.

Таким образом, Алексей Маресьев поднялся в небо на самолете, который требует ножного управления будучи без ног и тем самым доказал, что нет ничего невозможного для человека с сильной волей и целеустремленностью.

### **Список использованных источников**

1. Б. Полевой «Повесть о настоящем человеке» Серия: Сделано в СССР. Любимая проза/ Издательство: Вече – 2014
2. <http://lenta.ru/russia/2001/05/22/maresyev/>
3. <http://topwar.ru/11098-legenda-russkogo-neba-alksey-maresev.html>
4. <http://varjag-2007.livejournal.com/2630874.html>
5. <http://www.oboznik.ru/?p=29381>
6. [http://www.airpages.ru/ru/la5fn\\_1.shtml](http://www.airpages.ru/ru/la5fn_1.shtml)
7. <http://www.airaces.ru/plane/voennye-samoljoty-sssr/la-5.html>

### **Видео:**

- <http://varjag-2007.livejournal.com/2630874.html>  
<http://www.airaces.ru/plane/voennye-samoljoty-sssr/la-5.html>



---

ДЛЯ ЗАМЕТОК