**Автор:** Кузьминова Анастасия Олеговна

**Возраст**: 15 лет

**Место учёбы:** г. Вологда, МОУ «СОШ №1 с углубленным изучением английского языка»

**Город:** Вологда

**Руководители:** Кузьминов Олег Александрович; Попова Анна Вячеславовна, учитель русского языка и литературы в старших классах МОУ «СОШ №1 с углубленным изучением английского языка».

**Консультант:** Шауров Владимир Николаевич, кандидат технических наук, доцент.

**Историко-исследовательская работа по теме:** «КАКОЕ БУДУЩЕЕ У САМОЛЁТОВ НА АЛЬТЕРНАТИВНОМ ТОПЛИВЕ?

**План:**

1. Введение.
2. Цели и задачи.
3. Основная часть:
   1. Основные виды альтернативного топлива для авиации;
   2. История создания и применения самолетов (и вертолетов);
   3. Анализ перспектив создания и применения авиации на альтернативном топливе.
4. Выводы
5. Источники информации.

**1.Введение.**

Развитие авиационной техники идет по пути повышения ее летно-технических данных, таких как скорость, дальность и высота полета, надежность, масса полезной нагрузки, а также экономической эффективности и экологической безопасности.

Однако энергоемкость, экологичность, а также цена традиционного топлива не в полной мере удовлетворяют тенденциям и перспективам развития авиационной техники, требованиям к ее эффективности. К тому же мировые запасы нефти не безграничны.

Решение проблемы заключается в использовании, а в будущем и переходе на альтернативные виды топлива.

Практические работы в этом направлении проводятся в разных странах с растущей интенсивностью. Альтернативное топливо уже используется в крупных авиакомпаниях. Созданы и разрабатываются перспективные самолеты, а также вертолеты различного назначения на альтернативном топливе, начиная от маленьких беспилотных и заканчивая многоместными дальнемагистральными лайнерами и гиперзвуковыми аппаратами. Отсюда вытекает актуальность работы.

**Цели и задачи:**

- провести анализ альтернативных видов топлива для авиации;

- изучить историю создания и применения самолетов (и вертолетов) на альтернативном топливе;

- показать мировые перспективы производства и использования самолетов на новых видах топлива;

- рассмотреть будущее авиационной техники на альтернативном топливе.

**3.1. Основные виды альтернативного топлива для авиации.**

К основным потенциальным видам альтернативного авиационного топлива относятся:

- **сжиженный природный газ (СПГ**). Имеет энергетическую эффективность на 12% более высокую, чем керосин и дает значительно меньше вредных выбросов в окружающую среду;

**- водород.** Имеет энергетическую эффективность, превосходящую керосин почти в 3 раза. При сгорании водорода образуется чистый продукт – вода.

**-** **авиационное сконденсированное топливо (АСКТ)** – смесь из нескольких газов, которая находится в попутном нефтяном газе. По энергетической эффективности превосходит керосин приблизительно на 5% и более экологично.

**- биотопливо,** получаемое изразличных биоресурсов, позволяет сократить вредные выбросы более чем на 50%.

**- ядерное (атомное) топливо,**  энергия деления ядер атомов которого примерно в 10 000 000 раз превышает энергию химического топлива.

В таблице приведены основные характеристики видов альтернативного топлива.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *Основные хар-ки* | *Альтернативные виды топлива* | | | | | ***Керосин*** |
|  | **СПГ** | **Водород** | **АСКТ** | **Биотопливо** | **Ядерное** |  |
| Энергетич. эффективность | 50 МДж/кг | 125 МДж/кг | 45 МДж/кг | 30 МДж/кг | 76 ТДж/кг | 42,9 МДж/кг |
| Плотность | 424 кг/м3 | 71 кг/м3 | 642 кг/м3 | 790 кг/м3 | - | 800 кг/м3 |
| Температура жидкого состояния | -182,5 до -161,7С˚ | -259,2  до  -252,6 С˚ | -60 до +5 С˚ | -114,5 до +78,3 С˚ | - | От +50 до -40 С˚ |
| Экологичность | Высокая | Очень высокая | Высокая | Высокая | Высокая | Базовая |

* 1. **История создания и применения самолетов (и вертолетов).**

Изучив историю создания и применения авиации на альтернативном топливе, я выявила исторические события, которые, по моему мнению, являются наиболее важными и служат индикаторами прогресса в этой области.

В **1947 – 1972** годы**.** Создание и летные испытания экспериментальных авиационных реакторов на ядерном топливе в США и в СССР. Они могут считаться первыми практическими работами по применению альтернативного топлива в авиации.

В США летающая лаборатория NB-36H с ядерным реактором на борту в **1955-1957** гг. выполнила 47 полетов с целью проверки защиты летчиков и окружающей среды от радиационного излучения. Фирма «Дженерал Электрик» изготовила и успешно испытала на земле авиационную силовую ядерную установку HTRE-3. Но в 1961 году программа была закрыта.



В **1961** в СССР году выполнено 34 полета на самолете Ту-95ЛАЛ с ядерным реактором, их цели были аналогичны американским. В **1972** году самолет Ан-22-ПЛО с ядерным реактором выполнил 23 полета для испытания биозащиты экипажа и окружающей среды.



Как в США, так и в СССР практические работы по ядерной авиации больше не проводились.

**1988 г.** – начало полетов первого в мире самолета Ту-155 с экспериментальным двигателем НК-88, работающим на водороде и СПГ. В течение нескольких лет на Ту-155 было выполнено около 100 полетов, в том числе международные.



****

**1990-е гг. -** создан и прошел начальный этап испытаний первый в мире опытно-промышленный образец вертолёта Ми-8ТГ с двигателями, работающими на АСКТ, авиакеросине и их смесях.



**2008 г.** - первый испытательный полет пассажирского самолета с использованием биотоплива в пропорции 50:50 с керосином (Boeing 747 британской компании Virgin Atlantic).



**2009 г.** - первый испытательный полет нового самолета Antares DLR-H2 на водородных топливных элементах. На одной заправке водородом этот самолет способен пролететь 450 миль, при средней скорости 105 миль в час.



**2011 г.** – авиакомпания KLM стала первой в мире начала выполнять коммерческие рейсы с использованием биотоплива.



**2012-2014 г.г. –** полеты демонстратора водородного БПЛА Boeing Phantom Eyeна продолжительностью до 9 часов на высоте свыше 15000 метров. 2 сферических бака БПЛА содержат 900 кг жидкого водорода, что позволяет ему находиться в воздухе до 4-х дней с полезной нагрузкой 200 кг.



Анализ хронологии этих событий показывает заметное повышение в ХХI веке интенсивности работ по использованию альтернативного топлива и созданию рассчитанной на него авиационной техники.

* 1. **Анализ перспектив создания и применения авиации на альтернативном топливе.**

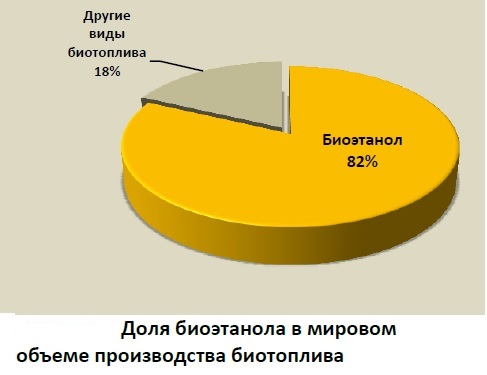
Существенными факторами, влияющими на создания и применения авиации на альтернативном топливе, являются такие его характеристики:

- Энергетическая эффективность; - Экологичность производства и использования; - Наличие сырьевых ресурсов и объемы производства; - Совместимость с авиационными ЭСУ; - Наличие особых требований к конструкции и компоновке самолета; Возможность использования существующей наземной инфраструктуры.

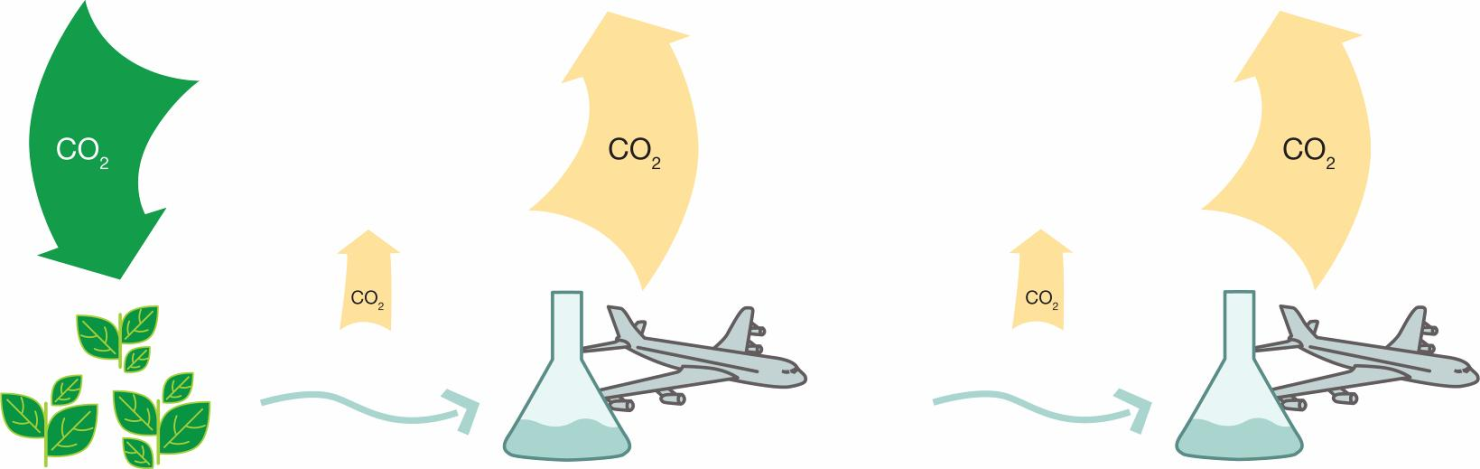
Важной характеристикой является также стоимость топлива. Однако однозначно оценить ее не представляется возможным ввиду существенного различия в разных странах и в разное время. Пока в основном альтернативное топливо в той или иной степени дороже авиакеросина, но по мере усовершенствования технологии и роста объема производства оно будет дешеветь.

**Авиация на биотопливе**

Биотопливо, на 80% это биоэтанол.

****

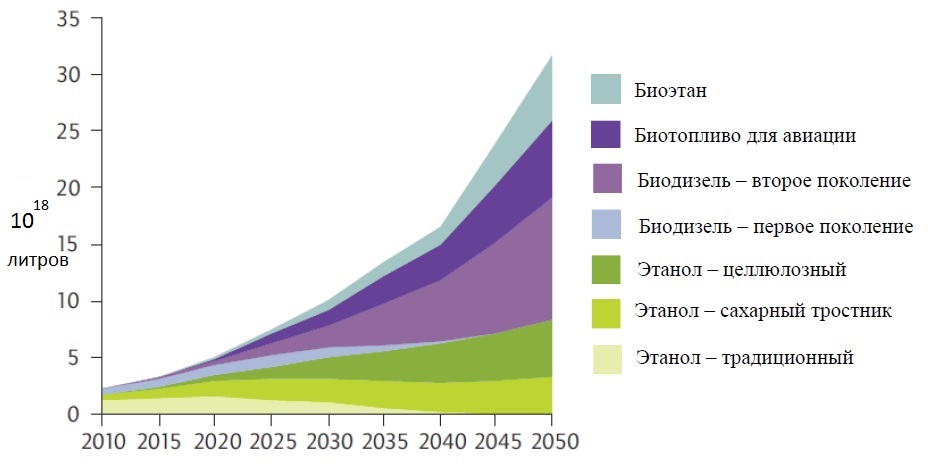
уже применяетсяиперспективно в первую очередь в самолетах, осуществляющих регулярные пассажирские и грузовые перевозки. Это обусловлено экологичностью биотоплива.



А Б

**Схема круговорота СО2 в случае производства авиатоплива из биомассы (*а*) и трансформации СО2 при получении его из нефти *(б)***

и возможностью использования существующих силовых установок и конструкции самолетов, а также наземной инфраструктуры. Биотопливо также может использоваться в других типах самолетов и в вертолетах. Мировое производство биотоплива для авиации увеличивается на 8% в год и составит в 2050 году до 57.5 млн тонн или 10% от всего потребляемого авиацией топлива.

****

Во многом это связывают с переходом на биотопливо ***третьего поколения*** из водорослей, плодородие которых в 150-300 раз выше, чем у наземных сельхозугодий.

**Авиация на** а**виационном сконденсированном топливе (АСКТ).**

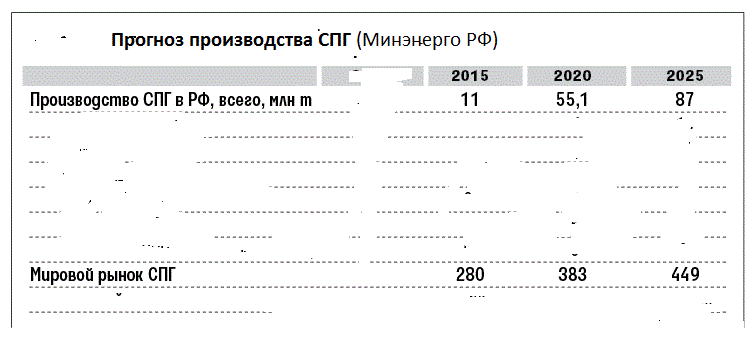
Для Россииактуальным является развитие авиационного парка, использующего авиационное сконденсированное топливо (АСКТ), получаемое из попутного нефтяного газа, объем которого достигает 50 млрд кубических метров в год.

Успешное создание вертолета МИ-8ТГ на АСКТ открывает перспективы широкого применения этого вида топлива в вертолетном парке России, который составляет на 2015 год более 2500 единиц и растет на 5% в год*.* Помимо вертолетов, АСКТ может применяться на самолетах региональной авиации, например на Ил-114. Перспективным является проект регионального самолета Ту-136 с оптимальным расположением топливных баков вдали от фюзеляжа.



Использование АСКТ не требует существенной доработки авиационных СУ и наземной инфраструктуры.

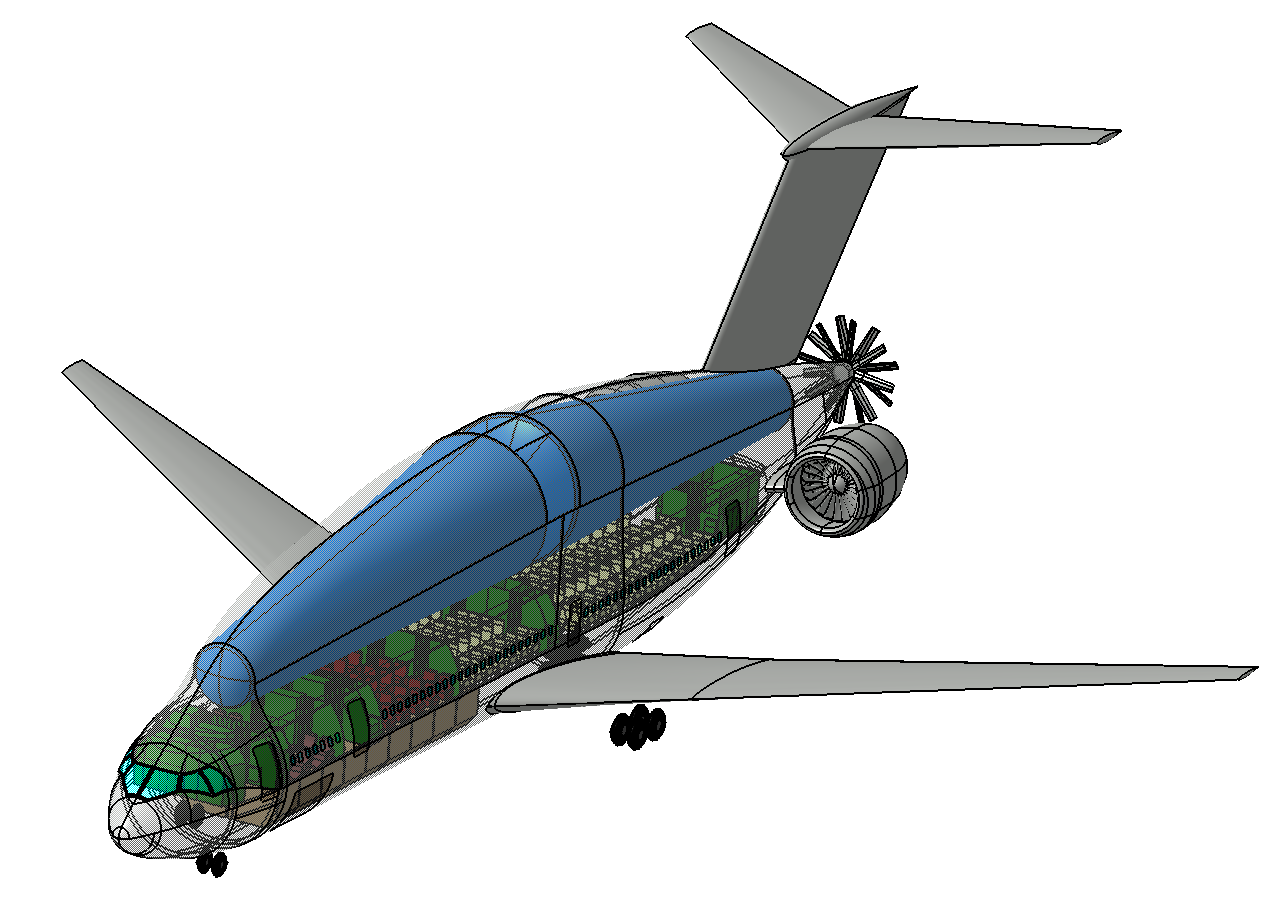
По расчетам экспертов, в регионах с развитым нефтегазовым промыслом, и особенно в районах Крайнего Севера, перевод региональной авиации на АСКТ позволит снизить себестоимость 1 часа работы воздушного судна на 20-40%, сократить вредные выбросы.

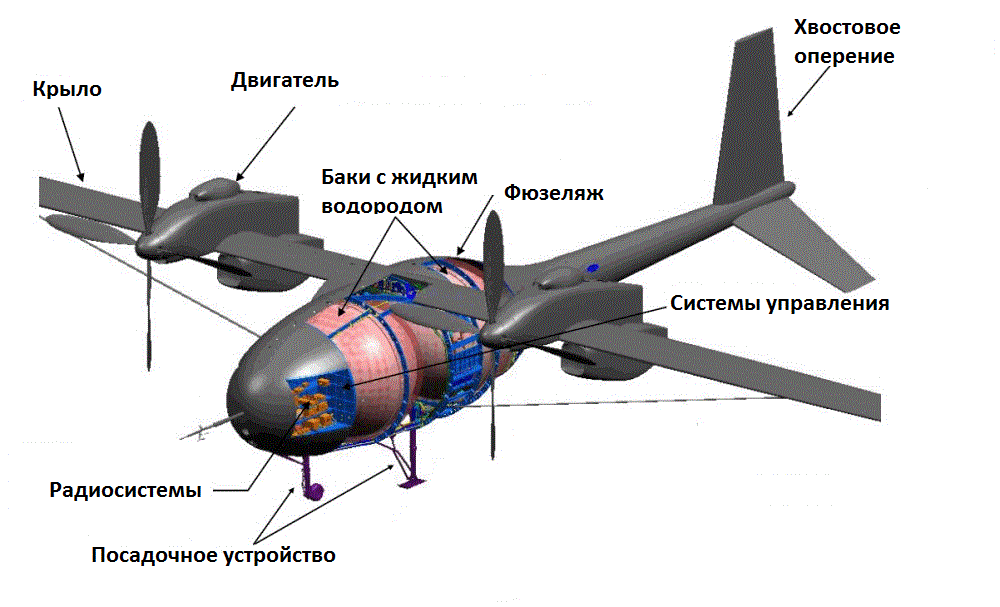
**Самолеты на сжиженном природном газе (СПГ).  
СПГ** имеет энергетическую эффективность на 16-22 % более высокую, чем авиационный керосин. Соответственно снижаются затраты топлива на транспортировку единицы полезной нагрузки либо увеличивается полезная нагрузка. Выброс СО2 при этом сокращается на 17%, окислов азота в 1,5-2 раза. По прогнозам мировой объем производства СПГ с 2015 по 2025 год вырастет на 60%, а в России в 5 раз до 87 млн тонн. Это способствует применению СПГ в авиации. В России, обладающей уникальным опытом создания самолетов на СПГ, разработаны перспективные проекты средне- и ближнемагистральных двухтопливных (СПГ + керосин) самолетов Ту-204К (Ту-206) и Ту-136, которые при финансировании могут быть запущены в серию в середине 1020-х годов.

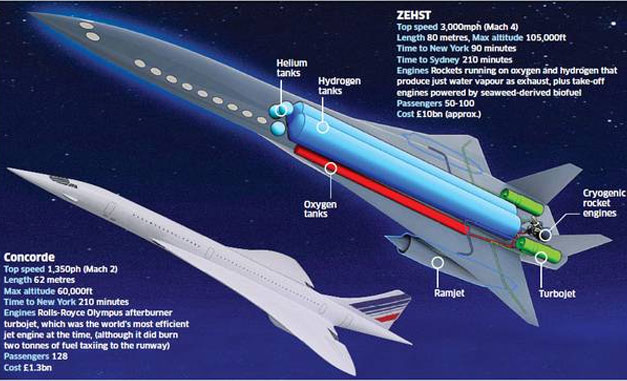


Следующим этапом должно стать создание самолетов полностью на СПГ. Однако для широкого применения СПГ требуется создание криогенной аэродромной инфраструктуры.

**Авиация на водородном топливе.**

Водород является наиболее экологически чистым и энергоэффективным перспективным топливом. Широкое применение водорода в авиации сдерживается высокой энергоемкостью и стоимостью его производства. Даже частичный перевод авиации на водородное топливо требует решения сложных материаловедческих, конструктивно-компоновочных, аэродинамических, инфраструктурных, эксплуатационных, транспортных и других проблем. Работы в этом направлении, а также по созданию менее затратных методов получения водорода ведутся в передовых странах. Например, в российском ЦАГИ создан проект дальнемагистрального пассажирского самолета на водороде 

В США на базе испытанного водородного БПЛА Boeing Phantom Eyeведется разработка более совершенного аппарата, который сможет находиться в воздухе в течение 10 суток с полезной нагрузкой до 400 кг. 

Существуют проекты сверх- и гиперзвуковых самолетов, в том числе аэрокосмических, для которых водород является оптимальным топливом. 

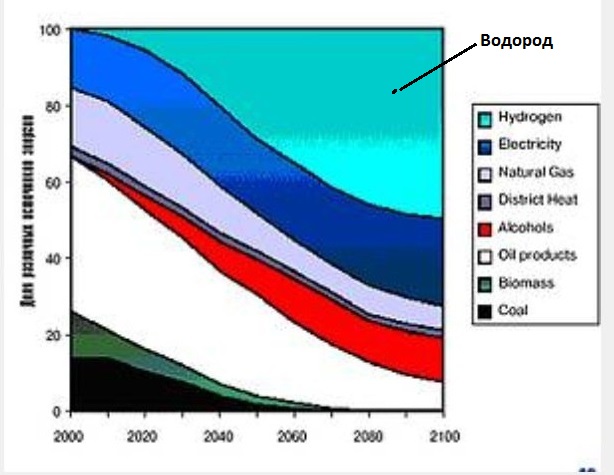
Водородные топливные элементы, служащие источником электроэнергии, найдут применение в малой авиации. Примером может служить двухместный самолет Dimona, уже выпускаемый австрийской фирмой Diamond Aircraft Industries.



1. **Выводы**

Анализ истории развития авиации на альтернативном топливе, а также научных и практических работ в этом направлении позволяет сделать следующие выводы о будущем самолетов, а также вертолетов и другой авиационной техники, применяющей различные виды альтернативного топлива.

1. Использование альтернативного топлива в авиации будет в основном соответствовать мировым тенденциям изменения доли источников энергии в конечном потреблении.



2. В ближайшем будущем (2015-2030 годы) это преимущественно самолеты, а также другие ЛА, в которых альтернативное топливо используется с наименьшими капиталовложениями при ощутимом экономическом и экологическом эффекте. В их числе:

-пассажирские магистральные и транспортные самолеты существующих типов, использующие биотопливо + керосин,

- вертолеты на АСКТ,

- легкомоторные самолеты на водородных топливных элементах.

Кроме того, будут созданы экспериментальные легкие ЛА на жидком водороде.

3. В средней перспективе (2025 -2040 годы): создание и применение новых типов самолетов на АСКТ и СПГ. Создание опытных образцов дозвуковых самолетов большой размерности, а также сверх- и гиперзвуковых ЛА на жидком водороде.

4. В дальней перспективе (после 2050 года): создание и серийное производство пассажирских и транспортных самолетов на водородном топливе, их применение наряду с самолетами на других видах альтернативного топлива. Повышение доли авиатехники на криогенных видах топлива. Создание и практическое применение серийных образцов сверх- и гиперзвуковых ЛА на жидком водороде.

Рефлексия:

Несмотря на то что удалось собрать немало интересной информации, работу хотелось бы продолжить по следующим направлениям:

- использование электрической энергии в самолетах с комбинированными ЭСУ;

- применение новых научных разработок при использовании водородного топлива, как одного из самых перспективных источников энергии.

**5. Источники информации:**

1). Александров А.П. Свободная энциклопедия Википедия. https://ru.wikipedia.org/wiki/Александров,\_Анатолий\_Петрович, (дата обращения: 01.11.2015);

2). Алексеев В. А., Ерменко А.А., Ткачев А. В. Космическое содружество. Хроника международных полетов. - М.: Машиностроение, 1987;

3). Ан-22 Антей. Уголок неба авиационная энциклопедия. <http://www.airwar.ru/enc/craft/an22.html>, (дата обращения: 03.11.2015);

4). Атомолет. Свободная энциклопедия Википедия. [https://ru.wikipedia.org/wiki/А](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%BE%D0%BB%D1%91%D1%82)томолет, (дата обращения: 28.12.2015);

5). Бодрихин Н. Г. Туполев. - М.:Молодая гвардия, 2011;

6). В. Егор. Неизвестный Туполев. Проекты, о которых знали немногие. - М.: "Яуза", "Эксмо", 2008;

7).Гастон Тиссаньде: биография.People.su.<http://www.people.su/108084>, (дата обращения: 16.12.2015);

8). Ми-8ТГ. Авиация мира. <http://www.brazd.ru/av/mi-8tg.html>, (дата обращения: 08.01.2016);

9). Новоселов В.Н., Носач Ю.Ф., Ентяков Б.Н. Атомное сердце России. - Челябинск: Автограф, 2014;

10). Кандалов А.И.. А.Н.Туполев - человек и его самолеты, 1999;

11). Курчатов И.В. Свободная энциклопедия Википедия. [https://ru.wikipedia.org/wiki/](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B6%D0%B8%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%BF%D1%80%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%B3%D0%B0%D0%B7)Курчатов,\_Игорь\_Васильевич, (дата обращения: 04.01.2016);

12). Самолет Long-Esa поставил рекорд скорости для самолетов с электрическими двигателями. Aviation Explorer. <http://www.aex.ru/news/2012/7/23/96934/>, (дата обращения: 03.01.2016);

13). Сжиженный природный газ. свободная энциклопедия Википедия.[https://ru.wikipedia.org/wiki/с](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B6%D0%B8%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%BF%D1%80%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%B3%D0%B0%D0%B7)жиженный\_природный\_газ, (дата обращения: 26.12.2015);

14). Solar Impulse. Свободная энциклопедия Википедия.<https://ru.wikipedia.org/wiki/Solar_Impulse>, (дата обращения: 02.01.2016);

15). Ту-95. Свободная энциклопедия Википедия. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Т](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%83-95)у-95, (дата обращения: 27.12.2015);

16). Ту-136. Энциклопедия авиации - около 1722 видов авиации. <http://www.planers32.ru/mc_1439.html>, (дата обращения: 18.12.2015);

17). Ту-155. Уголок неба авиационная энциклопедия. <http://www.airwar.ru/enc/xplane/tu155.html>, (дата обращения: 15.12.2015);

18). Ту-156. Уголок неба авиационная энциклопедия. <http://www.airwar.ru/enc/aliner/tu156.html>, (дата обращения: 20.12.2015);

19). Шавров В.Б. История конструкций самолетов в СССР 1938-1950 - М.:Машиностроение, 1994.