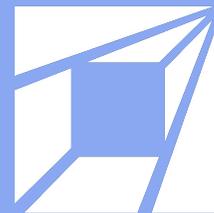


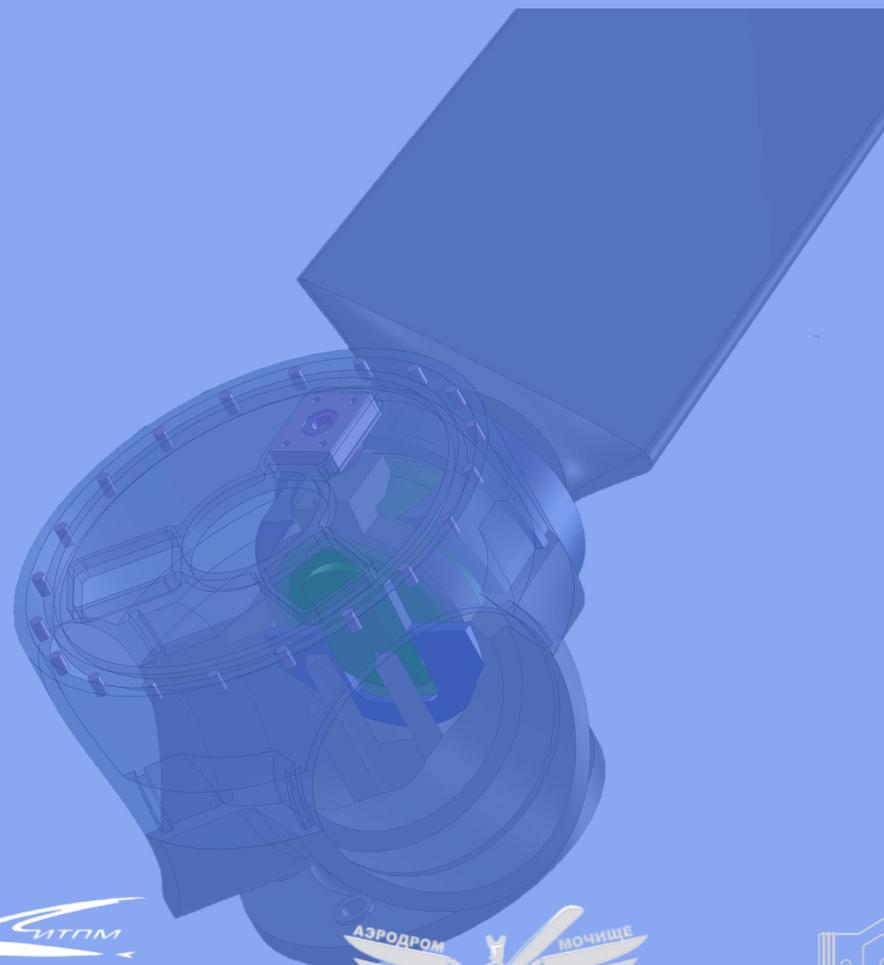
Применение корундовых покрытий в конструкции лопастей вертолѐта

Зверков Илья Дмитриевич
д.т.н., проф.



Новосибирский государственный
технический университет

НЭТИ



ИТПМ СО РАН



ЗК-Мотор

Задачи стоящие перед создателями новых вертикально взлетающих воздушных судов

УТВЕРЖДЕНА
распоряжением Правительства
Российской Федерации
от 25 июня 2022 г. № 1693-р

КОМПЛЕКСНАЯ ПРОГРАММА развития авиатранспортной отрасли Российской Федерации до 2030 года

I. Общие положения

Комплексная программа развития авиатранспортной отрасли Российской Федерации до 2030 года (далее - Программа) разработана в соответствии с Федеральным законом "О стратегическом планировании в Российской Федерации". Программа является документом отраслевого

III. Прогнозный сценарий развития отрасли воздушных перевозок в Российской Федерации

Общие подходы к формированию прогнозного сценария развития отрасли воздушных перевозок в Российской Федерации

В сложившихся условиях санкционных ограничений и ведущейся разработки мер по противодействию их последствиям смоделирован прогнозный сценарий развития авиатранспортной отрасли Российской Федерации, являющийся целевым (базовым).

В качестве исходных данных для разработки сценария использованы полученные опросным методом данные по остаточным ресурсам имеющейся в наличии авиационной техники российских эксплуатантов и прогноз поставок воздушных судов отечественного производства.

Прогнозные показатели поставок авиационной техники отечественного производства по годам приведены в приложении № 2.

Реализация сценария и отклонение от него зависят в первую очередь от возможностей поддержания летной годности воздушных судов и доступности запасных частей. Также сценарий зависит от темпов поставки авиационной техники отечественного производства (риски реализации Программы и механизмы мониторинга приведены в разделе X Программы).

Участие вертолетной техники во внутренних пассажирских перевозках не учитывалось в целевом (базовом) сценарии, так как перевозки пассажиров на вертолетах имеют существенное значение лишь в отдельных северных и северо-восточных регионах страны, а в целом по отрасли ограничены относительно низким уровнем до 0,6 - 0,7 процента

■ Проблемы современной вертолетной техники

1) Очень высока стоимость вертолетной авиатехники

Новый вертолет Ми-8 МВТ стоит от 480-500 млн.руб

Очень высока стоимость летного часа
Летный час Ми-8 МВТ стоит от 320-360 тыс. руб.



Необходимо развивать новые технологии удешевляющие конструкцию вертолёта и повышающие ресурс деталей

Перспективная технология - ПЭО обработка поверхности деталей.

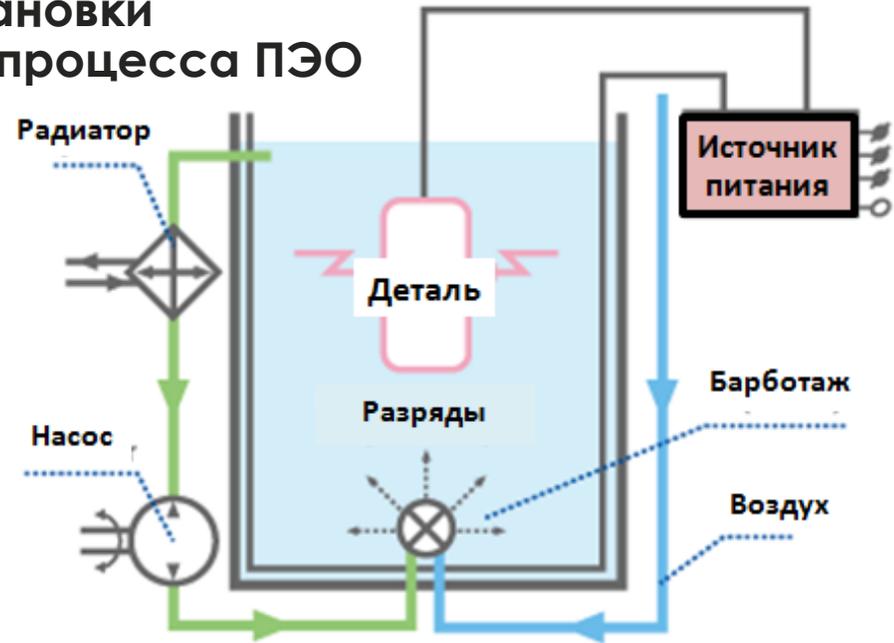


■ Плазменно-электролитическая обработка сплавов металлов вентильной группы (алюминий, титан, тантал, цирконий)

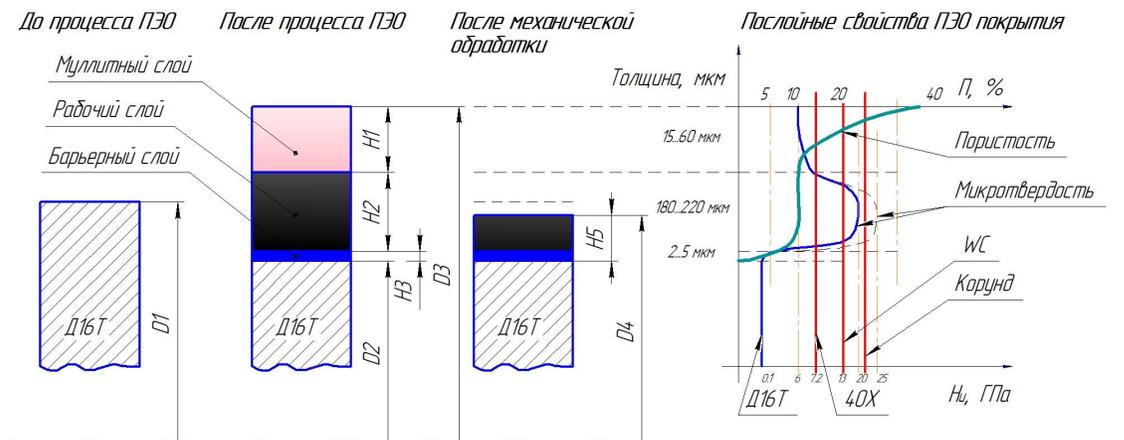
Суть Плазменно-Электrolитического оксидирования (ПЭО)



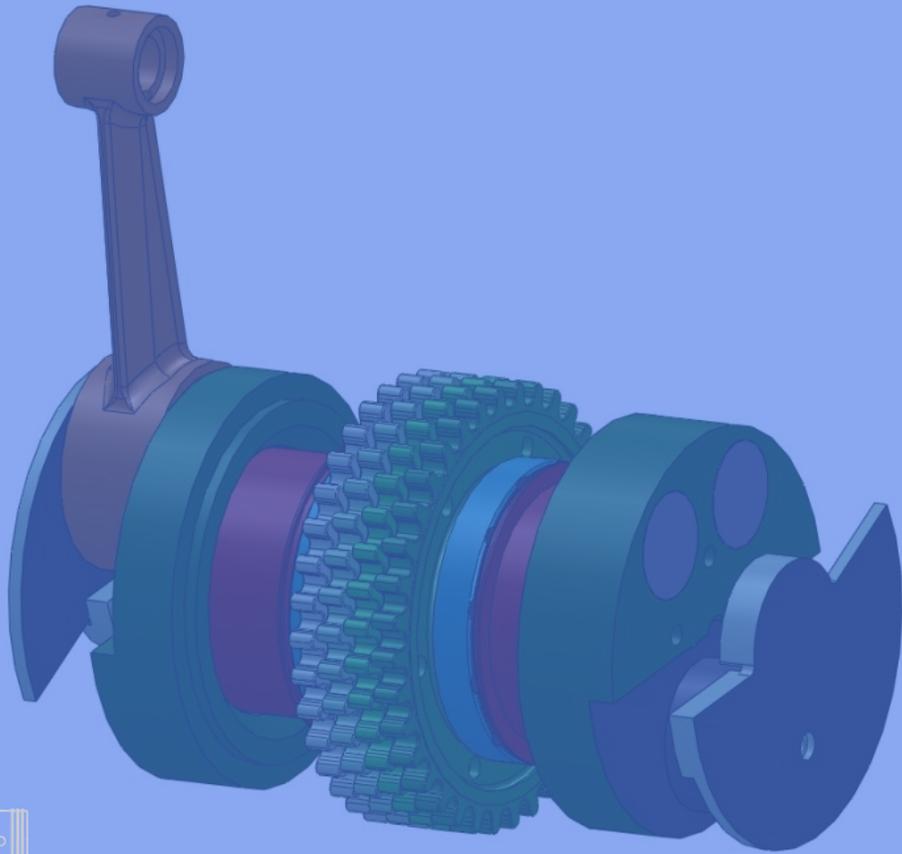
Принципиальная схема установки для процесса ПЭО



Свойства покрытия в зависимости от толщины



Впервые в мире был создан двигатель на 90% состоящий из алюминиевых сплавов включая коленчатый вал и главный редуктор



Детали двигателя в собранном виде



Детали двигателя в разобранном виде



Двигатель ЗК-2000 «Модуль-Д» на испытательном стенде 2022 г. <https://cloud.mail.ru/public/AgYY/4KVyixUvi>

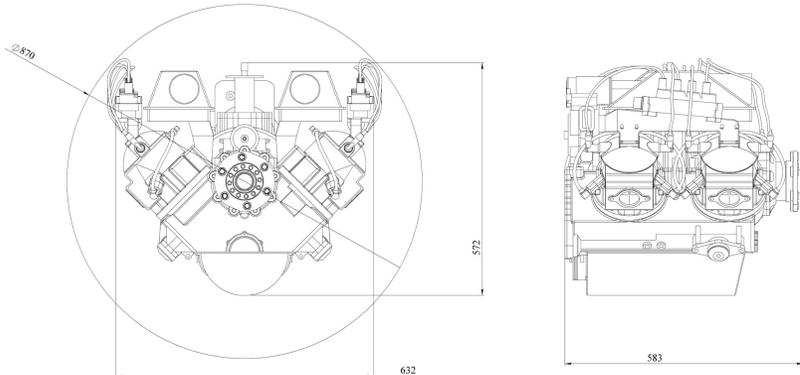


Таблица 1. Основные технические характеристики

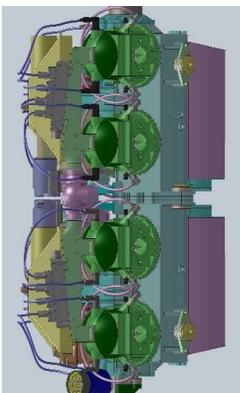
Максимальная мощность двигателя/обороты	200 л.с. при 2100 об/мин
Сухой вес двигателя	98 кг.
Продолжительная мощность /обороты	160 л.с. При 1760 об/мин
Топливо	Б-91
Давление впрыска	6 бар
Система впрыска и зажигания	Дублированная система ЭБУ
Масляная система	Сухой картер

К настоящему моменту достигнуты основные технические характеристики двигателя

Мультироторная летающая платформа на основе алюмо-композитных материалов

Спасательная платформа для эвакуации людей из высотных зданий с любого
уровня

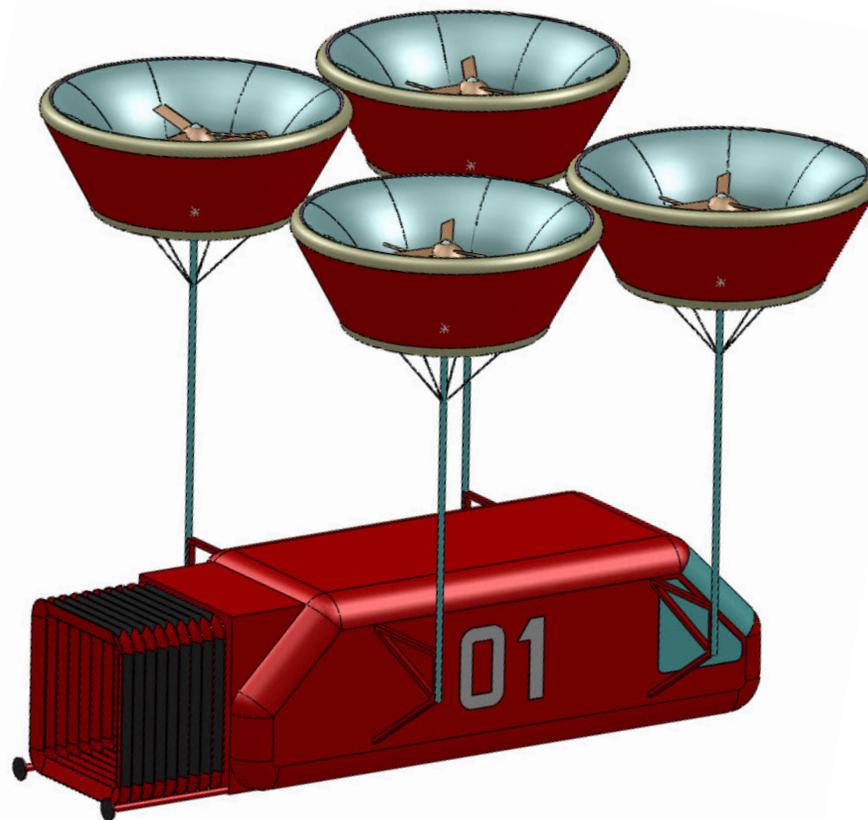
Двигатель
ЗК-4000 «Контра»



+
СОСНЫЕ
ВИНТЫ



Мультироторная
летающая
платформа
«Спасатель»



Параметр (расчёт)	Значение
Взлётный вес платформы	3500 кг
Полезная нагрузка (Двухкратное резервирование)	2000 кг
Габариты платформы	10x7x6 м
Высота мачты	3-6 м
Дальность полёта	100 км.
Скорость полёта	100 км/ч
Расход топлива	0.24 т/час

Основные практические свойства ПЭО модифицированной поверхности полезные для применения технологии на лопастях воздушных винтов



Преимущества поверхностей алюминиевых сплавов обработанных ПЭО технологией

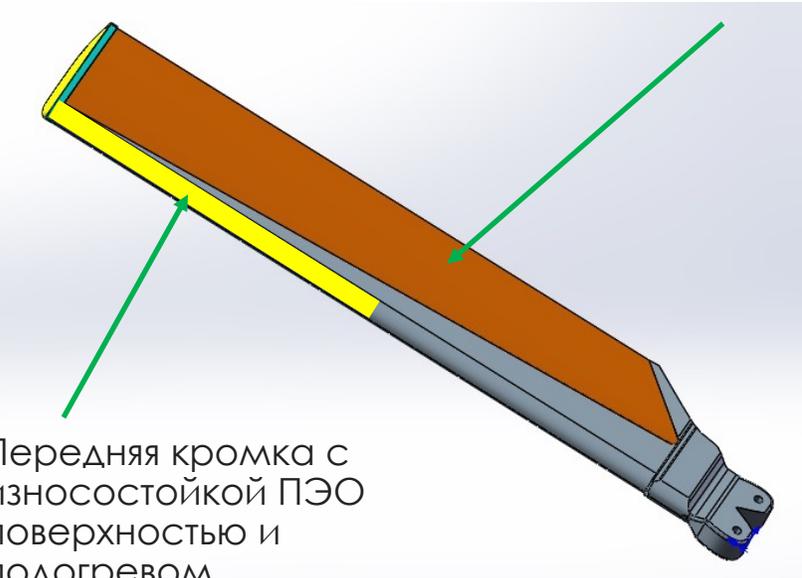
- Высокое электрическое сопротивление
- Высокая микротвёрдость
- Высокая износостойкость
- Высокая температуростойкость
- Высокая коррозионная стойкость

Сложности возникающие при применении ПЭО обработки поверхности деталей

- Высокая агрессивность процесса обработки необходимость специальных мер защиты не обрабатываемой части детали
- Отрицательное влияние на усталостную прочность при периодических нагрузках близких к пределам пропорциональности материала.

Применение ПЭО технологии в противообледенительной системе лопастей

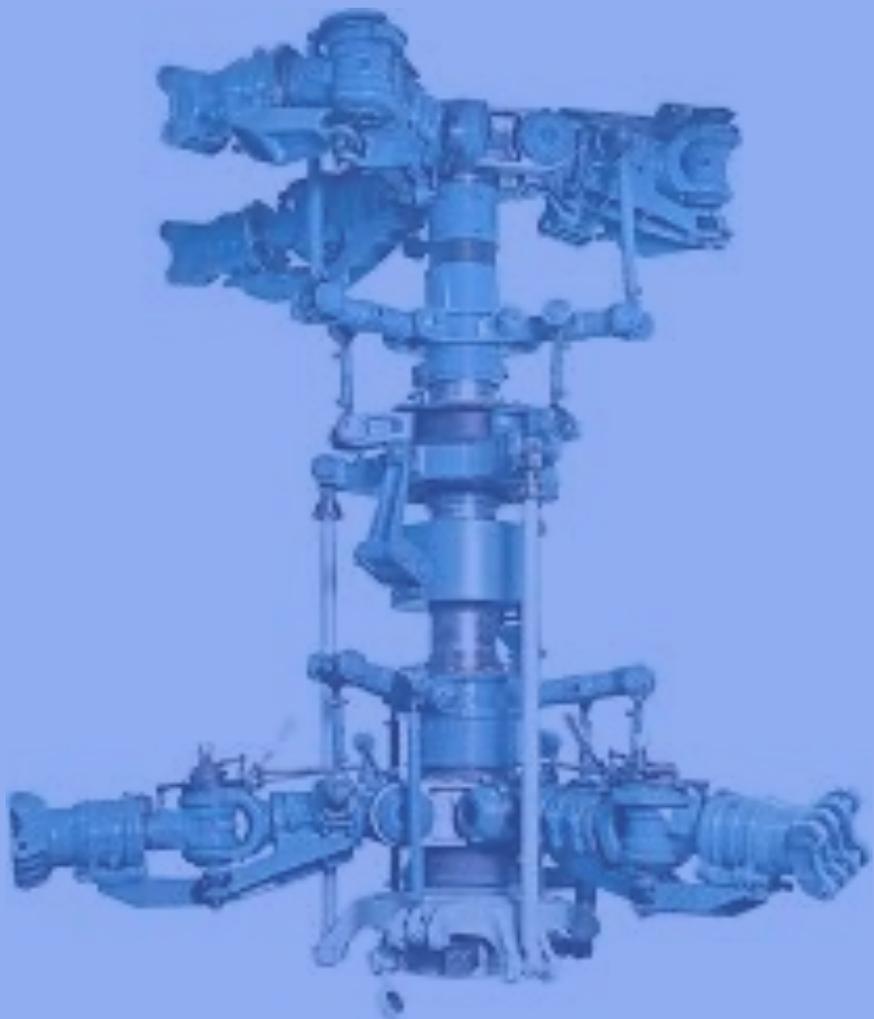


- Лопасть хвостового винта
- 
- Передняя кромка с износостойкой ПЭО поверхностью и подогревом.

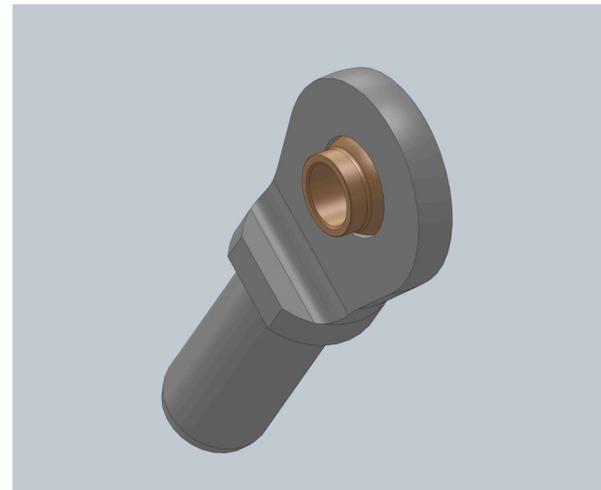
Образец подогреваемой передней кромки с ПЭО поверхностью



Применение ПЭО в элементах проводки управления



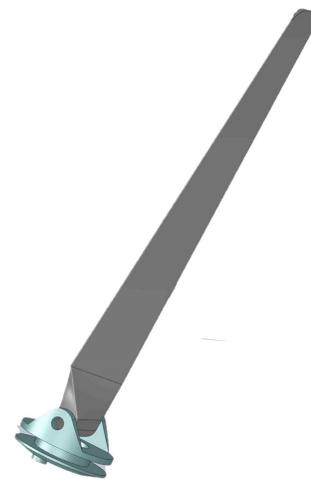
3-Д модель облегчённого шарового шарнира с ПЭО
обработкой трущихся поверхностей



Демонстрационный опытный образец шарового
шарнира с ПЭО обработкой трущихся поверхностей



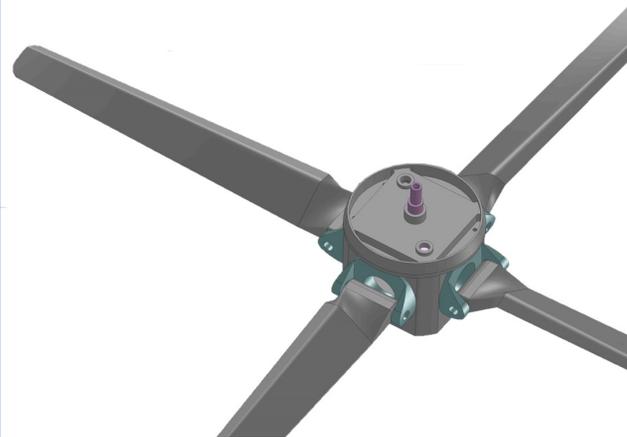
Применение ПЭО в шарнирах лопастей



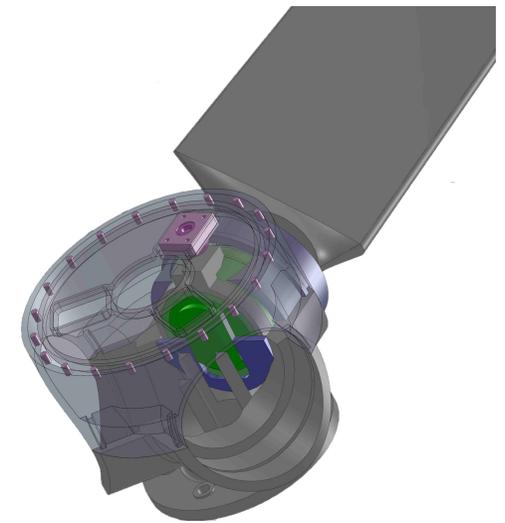
- Лопасть хвостового винта с шарнирной заделкой.



- Лопасть хвостового винта с шаровой заделкой



- Ступица винта с шарнирной заделкой и управлением штоком



- Ступица винта с шаровой заделкой и управлением шайбой

Контакты

Зверков Илья Дмитриевич

Тел. +7-913-951-74-49
Mail: zverkov@corp.nstu.ru



Сайт СКБ ФЛА НГТУ

