

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА

ИРКУТСКИЙ ФИЛИАЛ  
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ»

КАФЕДРА ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ И ДВИГАТЕЛЕЙ

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА  
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

**Тема : Совершенствование визуально-оптических  
методов неразрушающего контроля проточной части  
авиационного двигателя, применяемых в условиях  
эксплуатации .**

Студент

Замашиков Р.Н.

Руководитель

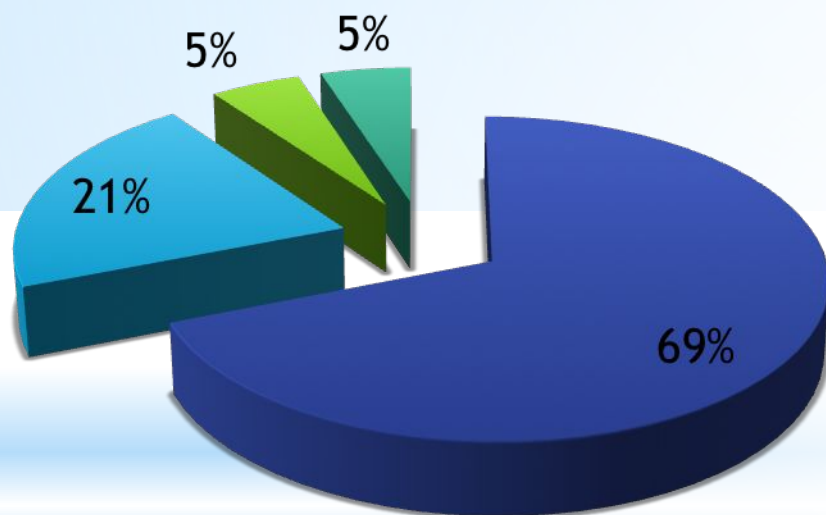
к.т.н., доцент Нацубидзе С.А.

**Актуальность работы** обусловлена тем, что в настоящее время в условиях эксплуатации, для определения технического состояния агрегатов проточной части авиационных двигателей, применяются визуально-оптические дефектоскопы, характеристики которых обладают не вполне достаточной информативностью при обнаружении эксплуатационных повреждений.

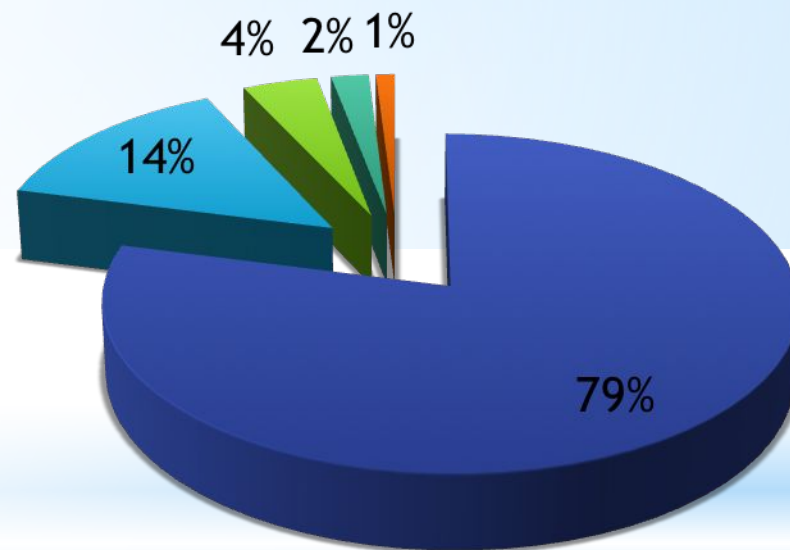
**Целью работы** является совершенствование визуально-оптических методов неразрушающего контроля проточной части авиационных двигателей, применяемых в условиях эксплуатации.

# Виды повреждений

- эксплуатационные повреждения
- усталостные повреждения
- износ
- механические повреждения

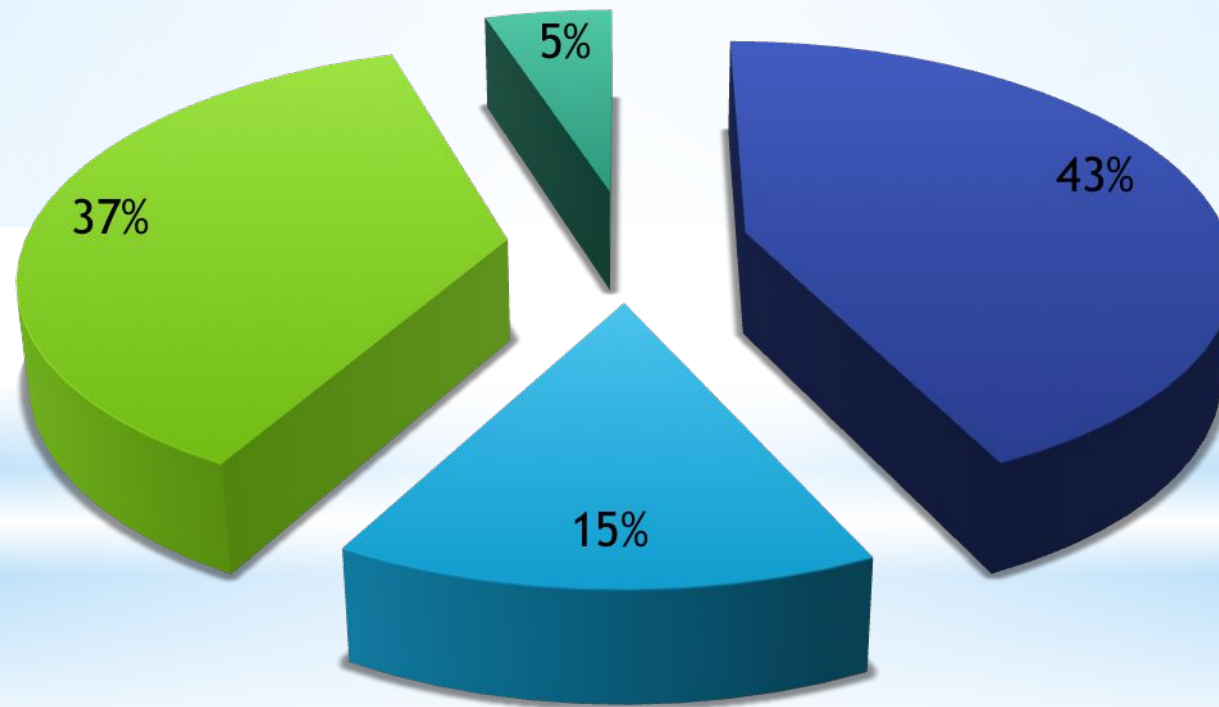


- забоины
- вмятины
- отрыв уголка
- отгиб уголка
- вырыв лопатки



# Распределение повреждений по элементам конструкции авиационного двигателя

- Осевые компрессоры
- Камера сгорания
- Газовые турбины
- Форсажная камера сгорания и реактивное сопло



## Визуально-оптические дефектоскопы применяемые в авиации

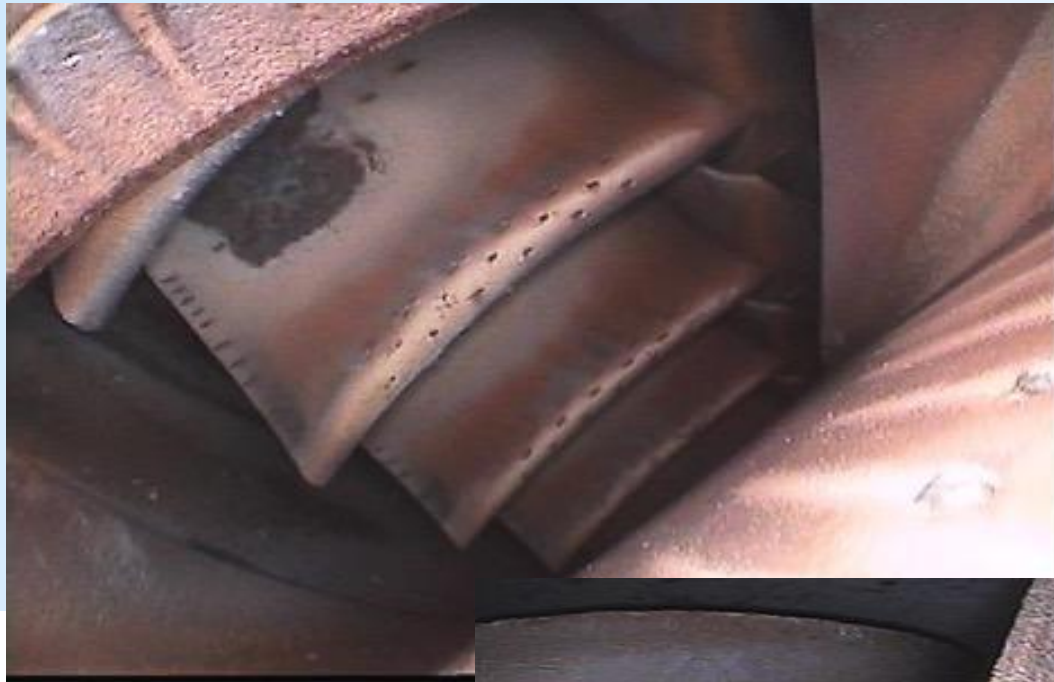


Эндоскоп «Mentor iQ»

## Технические характеристики эндоскопа Эндоскоп «Mentor iQ »

|                           |  |
|---------------------------|--|
| Рабочая температура :     | Наконечник: от -25 °С до +100 °С;<br>система: от -20 °С до +46 °С  |
| Опасная окружающая среда: | Не предназначен для использования в условиях опасной окружающей среды  |
| Характеристики камеры:    | Диаметр зонда: 4,0 мм, 6,1 мм;<br>камера 1/6 дюйма Color SUPER HAD™ (6.1), 1/10 дюйма;<br>разрешение 440000 пикселей на дюйм |
| Длинна зонда:             | 3.5 м  |
| Угол поля обзора:         | 90°  |
| 3D-моделирование:         | Есть   |

**Осмотр рабочих лопаток КНД двигателя SaM146  
самолета RRJ-95 с применением эндоскопа «Mentor IQ»**



## Визуально-оптические дефектоскопы применяемые в авиации



Эндоскоп «XL GO+»



## Технические характеристики эндоскопа «XL GO+»

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| Рабочая температура :       | Наконечник: от -25 °С до +100 °С;<br>система: от -20 °С до +46 °С |
| ЖК монитор:                 | 6.4 дюйма, 640x480 пикселей                                       |
| Характеристики камеры:      | Диаметр зонда: 5,0 мм, 6,1 мм;                                    |
| Длинна зонда:               | 3.5 м   |
| Угол поля обзора:           | 90°   |
| 3D-моделирование:           | Нет   |
| Измерение глубины дефекта:  | Нет   |
| Наличие направляющей зонда: | Нет   |
| Мощность АКБ:               | 47 Вт/ч   |

# Осмотр камеры сгорания авиационного двигателя Д-436-148 самолета АН-148 с применением эндоскопа «XL GO+»



## Предлагаемый визуально-оптический дефектоскоп



Эндоскоп «Iplex NX»

## Технические характеристики эндоскопа «Iplex NX»

|                            |  |
|----------------------------|--|
| Рабочая температура :      | Наконечник: от -25 °С до +100 °С;<br>система: от -20 °С до +46 °С  |
| Диаметр зонда:             | 4.0мм, 6.0мм   |
| Длина зонда:               | 5м   |
| ЖК-монитор:                | 8,4-дюймовый сенсорный ЖК-экран, 1024x768 пикселей   |
| Оптическая система:        | Угол поля зрения 120° ;<br>направление обзора: прямое; боковое   |
| 3D-моделирование:          | есть   |
| Измерение глубины дефекта: | есть   |
| Стерео-измерения:          | Перпендикулярное расстояние между точкой и заданной пользователем линией;<br>Измерение периметра и площади зоны, ограниченной отрезками заданных пользователем ломаных линий |
| Опасная окружающая среда:  | Допускается контакт с машинным маслом, светлыми нефтепродуктами  |

# Осмотр газовой турбины авиационного двигателя CF34-10E самолета Embraer 190



## Сравнительные характеристики эндоскопов

| Параметр   | Модель эндоскопа  |                  |   |
|--|---|------------------|---|
|  | Mentor iQ   | XL Go+           | Iplex NX  |
| ЖК монитор:  | 6.5 дюйма   | 6.4 дюйма        | 8.4 дюйма   |
| Разрешение:  | нет данных  | 640x480 пикселей | 1024x768 пикселей   |
| Диаметр зонда:   | 4.0; 6.1 мм   | 5.0; 6.1 мм      | 4.0; 6.1 мм   |
| Длина зонда:   | 3.5 м   | 3.5 м            | 5.0 м   |
| Изгибаемая часть:  | 120°  | Нет данных       | 180°  |
| Опасная окружающая среда:  | Не предназначен для использования в условиях опасной окружающей среды | нет данных       | Допускается контакт с машинным маслом, светлыми нефтепродуктами |
| Наличие направляющей зонда:  | нет   | нет              | есть  |
| Угол поля обзора:  | 90°   | 90°              | 120°  |
| Измерение расстояния между точкой и заданной пользователем плоскостью: | нет   | нет              | есть  |
| Измерение глубины дефекта:   | нет   | нет              | есть  |
| 3D –моделирование:   | есть  | нет              | есть  |
| Мощность АКБ:  | 73В/ч   | 47В/ч            | 86В/ч   |

# Заключение

1. В бакалаврской работе выполнен анализ статистических данных о дефектах и повреждениях элементов проточной части авиационных двигателей.
2. Результаты анализа показали, что наиболее распространенными повреждениями проточной части авиационных двигателей являются эксплуатационные повреждения, характеризующиеся попаданием посторонних предметов в проточную часть двигателя.
3. В бакалаврской работе проведен сравнительный анализ применения современных эндоскопов. Разработан технологический процесс осмотра проточной части авиационных двигателей с применением эндоскопа «Iplex NX», в условиях эксплуатации.