

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ФОРМИРОВАНИЯ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ ГАЗОТУРБИННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ НА ПРИМЕРЕ ДТ-18Т

Зотин Н.А.

В настоящее время полётная информация, включающая в себя регистрируемые параметры ГТД ДТ-18Т, вообще не используется в задачах диагностики и прогнозирования его технического состояния.

Полётная информация записывается в файл, который, в конечном счёте, представляет собой перечень значений параметров систем самолёта зарегистрированных с частотой от 1 до 25 Гц в зависимости от наименования параметра. Для работы с полётным файлом существует приложение Sgir.exe, которое позволяет выводить значения выбранных оператором параметров на экран в виде графиков, а также уточнять их значения в указанный момент времени. Ни какого анализа параметров приложение Sgir.exe не производит и информация и представляет для оператора лишь множество разрозненных величин.

С целью повышения эффективности эксплуатации двигателя необходимо обеспечить возможность диагностики и прогнозирования его технического состояния. Для этого необходимо разработать методику обработки полётной информации, получаемой с использованием уже имеющегося комплекса бортовой регистрирующей аппаратуры, и дальнейшая программная реализация данной методики.

При разработке методики необходимо преодолеть ряд сложностей, связанных с отсутствием возможности расширить перечень регистрируемых параметров в виду недопустимости внесения дополнительных датчиков в конструкцию ГТД.

ГТД, как и любой другой объект, непостижим в познании субъектом. Согласно терминологии [1] такой идеальный невозможный для

описания объект называется образом. Потенциально достижимое описание ГТД есть его изображение. Описание некоторого аспекта ГТД – конфигурация. Множество конфигураций формируют изображение.

Определить одну из конфигураций изображения ГТД можно за счёт подачи на него воздействий и приёмом откликов на эти воздействия [2,5]. В таком случае описание конфигурации будет представлять собой множество [3, 4] параметров откликов и параметров воздействий. Такое множество назовём характеристическим.

Параметры контролируемых воздействий обозначим x_1, x_2, \dots ;
 параметры неконтролируемых воздействий обозначим z_1, z_2, \dots ;
 параметры откликов обозначим y_1, y_2, \dots . Таким образом, характеристическое множество ГТД будет иметь вид

$$A\{x_1, x_2, \dots, x_N, y_1, y_2, \dots, y_N, z_1, z_2, \dots\}$$

Если на все экземпляры ГТД подавать одни и те же (стандартные) воздействия, или на основании полученных откликов при различных воздействиях определять те отклики, которые бы возникли при стандартных воздействиях, то характеристическое множество

$$A\{x_1, x_2, \dots, x_N, y_1, y_2, \dots, y_N, z_1, z_2, \dots\}$$

преобразуется в множество вида $A_c\{y_{c1}, y_{c2}, \dots\}$, где y_{c1}, y_{c2}, \dots – параметры отклика при стандартных воздействиях. Полученное множество назовём приведённым характеристическим множеством.

В качестве характеристик ГТД могут выступать дроссельные характеристики регистрируемых за один полёт параметров, приведённых к стандартным условиям. Одной из форм представления дроссельной характеристики каждого i -того параметра может быть множество $D_i\{d_{i1}, d_{i2}, \dots\}$, элементы d_{i1}, d_{i2}, \dots – коэффициенты полинома степени i , которым описывается дроссельная характеристика

$$P_i(k) = d_{i1} + d_{i2}k + d_{i3}k^2 \dots + d_{in_i} \quad (1)$$

где d_{i1} - параметр ГТД, d_{i2} - параметр, характеризующий режим работы двигателя.

Таким образом, приведённое характеристическое множество ГТД имеет следующий вид

$$A_c\{D_1, D_2, \dots, D_m\} = \{d_{11}, d_{12}, \dots, d_{1n_1}, d_{21}, d_{22}, \dots, d_{2n_2}, \dots, d_{m1}, d_{m2}, \dots, d_{mn_m}\}$$

, при условии, что в полёте регистрировалось n_i параметров

ГТД: для n_i параметров строятся дроссельные характеристики, а один параметр характеризует режим работы ГТД.

Если параметров характеризующих режим несколько k_1, k_2, \dots , то для каждого параметра можно построить n_i дроссельных характеристик, каждая из которых имеет вид

$$P_{ij}(k_j) = d_{ij1} + d_{ij2}k_j + d_{ij3}k_j^2 \dots + d_{ijn_{ij}}k_j^{n_{ij}} \quad (2)$$

Если из коэффициентов полинома дроссельной характеристики составить множество $D_{ij} \{d_{ij1}, d_{ij2}, \dots, d_{ijn_{ij}}\}$, то характеристическое множество будет выглядеть так:

$$A_c\{D_{11}, D_{21}, \dots, D_{m1}, D_{12}, D_{22}, \dots, D_{m2}, \dots, D_{1n_1}, D_{2n_2}, \dots\} \quad (3)$$

Графически конфигурацию ГТД можно отобразить точкой или областью (в случае неточного определения элементов множеств

D_{11}, D_{21}, \dots) в пространстве $\mathbb{D}^{\sum_{j=1}^m n_j}$ с метрикой D . Метрику различия между конфигурациями соответствующими одному и тому же двигателю, но в разные полёты будем определять метрикой:

$$D(A_{\sigma\tau}, A_{\rho\lambda}) = \dots \quad (4)$$

где A_{t_i} – приведённое характеристическое множество ГТД, соответствующему полёту, начавшемуся в момент времени t_i , $A_{t_{i+1}}$ – приведённое характеристическое множество ГТД, соответствующему полёту, начавшемуся в момент времени t_{i+1} ; причём разница $(t_{i+1} - t_i)$ складывается из времени работы двигателя.

Зная скорость изменения конфигурации

$$V = \frac{D(A_{t_i}, A_{t_{i+1}})}{t_{i+1} - t_i} \quad (5)$$

можно определить конфигурацию в будущий момент времени, т.е. решить задачу прогнозирования параметров работы ГТД.

Выберем в качестве признака определённого класса технических состояний ГТД метрику $D(A_{t_i}, A_{t_j})$, где A_{t_i} – приведённое характеристическое множество ГТД на момент времени t_i , соответствующий началу эксплуатации ГТД или после его капитального ремонта; A_{t_j} – приведённое характеристическое множество ГТД на момент времени t_j , при котором конфигурация ГТД отвечает признакам объектов данного класса технических состояний.

Ввиду того, что ГТД является сложным объектом для аналитического описания, метрику-признак определим эмпирически.

Сформируем контрольную и экспериментальную группу экземпляров ГТД. Контрольная группа состоит из двигателей, которые за ряд полётов не достигли технического состояния E . В экспериментальной наоборот, все двигатели за ряд полётов достигли технического состояния E . В результате для каждого ГТД в экспериментальной группе будет справедливо неравенство

$$D_{E, \min} \leq D(A_{t_e}, A_{t_t}) \leq E, \text{ а для каждого ГТД из контрольной группы - } D_{K, \min} \leq D(A_{t_e}, A_{t_t}) \leq E.$$

Если промежутки $[D_{Э\min}, D_i]$ и $[D_{К\min}, D_i]$ не пересекаются, то метрика $D(A_{ct_i})$ приемлема в качестве диагностического признака состояния. В случае если промежутки пересекаются необходимо задать другую метрику пространства $D = \sum_{j=1}^l \Sigma$.

Условие оптимального диагностического признака следующее:

$$[(D_{К\min} - D_{Э\max} \rightarrow \max) \wedge (D_{Э\max} < D_{К\min})] \vee [(D_{Э\min} - D_{К\max} \rightarrow \max) \wedge (D_{К\max} < D_{Э\min})] \quad (6)$$

На данный момент в программной среде Labview разработано приложение, которое реализует следующие функции:

- считывание данных из полётных файлов;
- усреднение значений параметров на указанном промежутке времени
- устранение выбросов значений параметров;
- приведение значений параметров к САУ;
- построение дроссельных характеристик параметров.

Планируется доработать приложение таким образом, чтобы в нём на основании данных наблюдения происходило вычисление метрики-признака технического состояния.

Выводы

В статье представлен способ описания технического состояния ГТД с применением теории множеств, описан алгоритм выбора диагностических признаков. Указаны разработанные автором на данный момент средства для реализации описанной методики.

Библиографический список

1. Гренандер, У. Лекции по теории образов: [В 3-х т.] / Пер. с англ. И. Гуревича; под ред. Ю Журавлёва. – М.: Мир.
2. Льюнг, Л. Идентификация систем. Теория для пользователя: Пер. с англ. / Под ред. Я.З. Цыпкина. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1991. – 432 с.

3. Хаусдорф, Ф. Теория множеств.

4. Петровский, А. Б. Пространства множеств и мультимножеств. – М.:
Едиториал УРСС, 2003. – 248 с.

НЕПРАВИЛЬНОЕ ЦВЕТОДЕЛЕНИЕ

Кашкарева С.С

Неправильное цветodelение частое явление при цифровой печати на дизайнерских бумагах, имеющий свой, отличный от белого, цвет. В данном случае важно сделать правильный макет на этапе допечатной подготовке, в котором можно учесть особенности цветной подложки и получить предсказуемый результат. Рассмотрим этот процесс на примере.

Поставленная задача - таким образом подготовить полноцветную СМУК-картинку к печати на цветной бумаге, чтобы по возможности минимизировать цветовой сдвиг, образующийся из-за тонирования бумаги, используя цвет носителя как дополнительную печатную краску.



Рисунок. 1 - Открытка