

УДК 629.735

ПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА НА БАЗЕ СИНХРОНИИ И АСИНХРОНИИ ИЗМЕНЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ГАЗОТУРБИННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ОДНОГО САМОЛЕТА

Б.К. НДЖЕНГЕ

Статья представлена доктором технических наук, профессором Чичковым Б.А.

В статье изложены определение и примеры параметрической диагностики газотурбинных двигателей (ГТД) одного самолета с использованием синхронности и асинхронности временных рядов.

Ключевые слова: параметрическое диагностирование, временные ряды, тренд-анализ, сглаживание, регрессия, синхрония и асинхрония.

Диагностика играет в науке важную роль. В частности, она применяется при эксплуатации авиатехники. При диагностировании ГТД самолета применяется метод параметрической диагностики, так как он является одним из неразрушающих способов диагностирования авиационных двигателей. В этой статье кратко обсуждаются определения синхронности и асинхронности, сглаживания, тренд-анализа и регрессии применительно к параметрической диагностике. Это достигается при рассмотрении одной из стадий переработки информации параметрических данных, где изучается синхронность и асинхронность параметров двух ГТД одного самолета с помощью временных рядов (рис. 1). Используют осреднения по заданному количеству точек в стационарных группах, с целью уменьшения шума, и выявления качественной тенденции в изменении штатно регистрируемых параметров (рис. 1). Проиллюстрируем применение временных рядов при оценке степени синхронности (асинхронности) и взаимосвязи между ними (рис. 2, 3). Целью является изучение связи возникновения аномалии между двух ГТД одного самолета.

Синхронность – характеристика процессов, возникающих одновременно. Асинхронность – характеристика процессов, не возникающих одновременно. В большинстве связанных систем собственные и внутренние варианты и их взаимозависимости между подсистемами не доступны. В целях определения взаимозависимости между связанными системами путем измерения синхронизации между их результатами представляются в основном в виде временных рядов. Временной ряд – это последовательность точек данных, измеряемая в последовательные моменты времени, отстоящие друга от друга на равномерные промежутки [4].

Анализ синхронности и асинхронности временных рядов включает в себя методы анализа данных, чтобы извлечь диагностически полезную статистику и другие характеристики. Для прогнозирования временных рядов используются модели для предсказания будущих значений на основе ранее наблюдаемых значений. Использование синхронности и асинхронности моделей временных рядов при приложении к ГТД состоит из двух частей: достижение понимания основных сил (в данном случае параметров) и структуры (ГТД), а также опережающее управление [5].

В контексте параметрической диагностики ГТД в первую очередь проводится анализ синхронности и асинхронности: прогнозирование, интеллектуальный анализ данных, распознавание образов в тренд-анализе, кластера, обнаружения аномалии и их классификации с помощью временных рядов. Некоторые методы, как правило, применяются для изучения временных рядов при исследовании синхронности и асинхронности, например:

Тренд-анализ – практика сбора данных (информации) и попытка определить такие тенденции, как: сезонность, медленные и быстрые изменения и циклические неравномерности [2].

Регрессия – статистическая мера, определяющая степень зависимости между одной переменной и рядом переменных [4].

Оценки синхронности и асинхронности основаны на способе сглаживания скользящего среднего (по заданному количеству точек), где искомая величина получается путем осреднения нескольких значений, непосредственно примыкающих к центральному значению текущей группы [1]. Ниже приведены примеры исследования синхронности и асинхронности параметров оборотов вентилятора ($N_{\text{вен}}$) двух ГТД одного самолета.

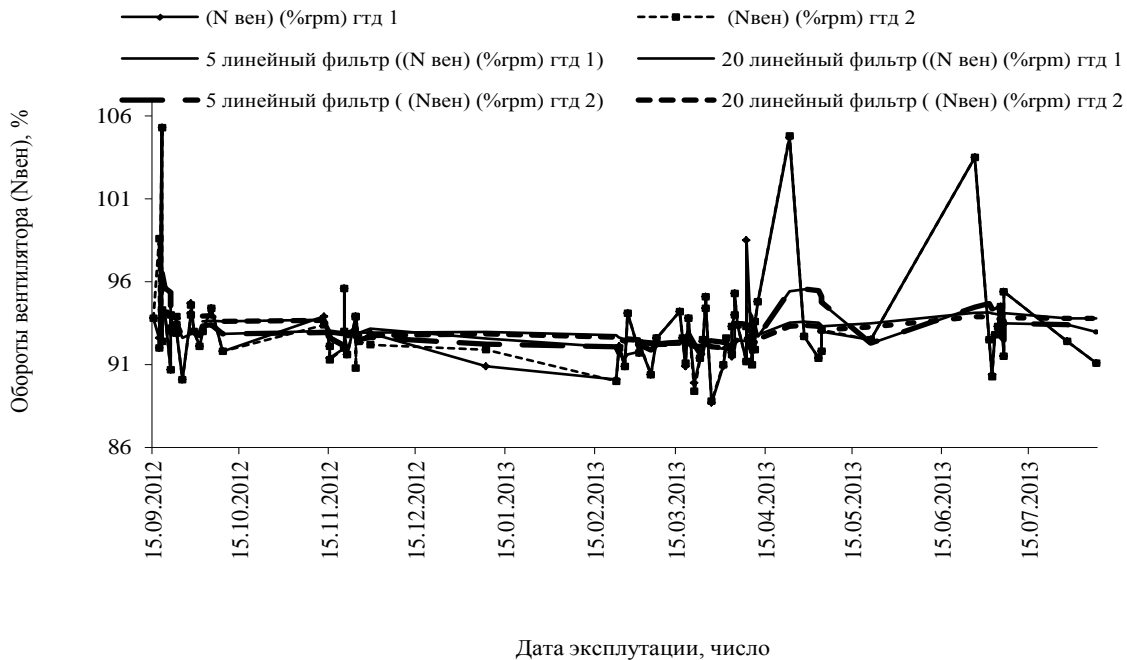


Рис. 1. Результаты сравнения сглаживания с использованием скользящего среднего на основе синхронности и асинхронности

Наблюдается синхронность параметров ($N_{\text{вен ГТД}_1}$ и $N_{\text{вен ГТД}_2}$) в начале и в конце исследований, а с 07.12.12 г. по 17.03.12 г. наблюдается асинхронность.

С целью изучения физической связи между двумя параметрами проведено исследование характеристики технического состояния ГТД на основе синхронности и асинхронности (рис. 2).

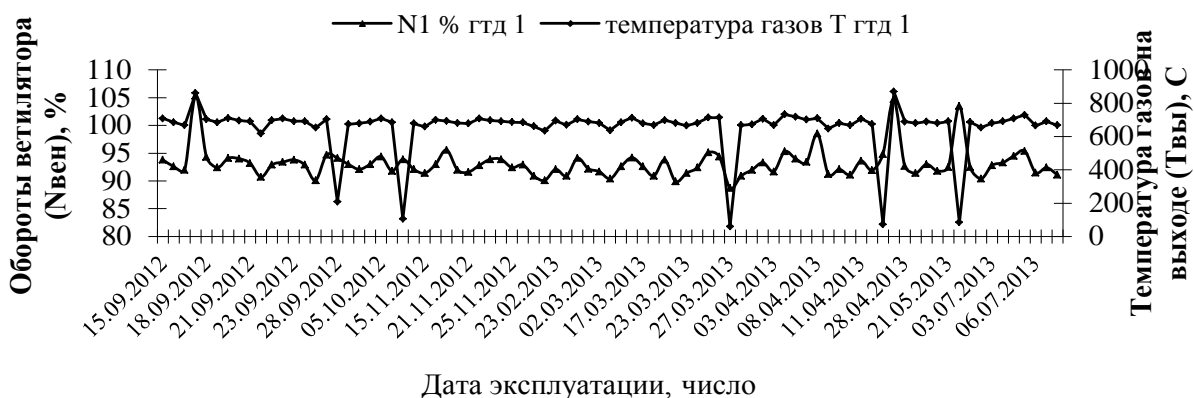


Рис. 2. Отношение синхронности и асинхронности физической связи между параметрами (температура газов на выходе и обороты вентилятора)

Видно, что физическая связь между этими параметрами присутствует, так как изменение синхронно, исключая некоторые моменты, где изменение асинхронно, например, между датами 15.12.2012 г. - 07.12.2014 г., а также в число 25.06.2013 г.

Для определения степени синхронности (асинхронности) проведено исследование параметров двух ГТД одного самолета (рис. 3). Цель задачи оценивание зависимости между параметрами с помощью расчета “дельта”, в результате которого можно заключить, что параметры изменяются по определенному критерию (рис. 4).

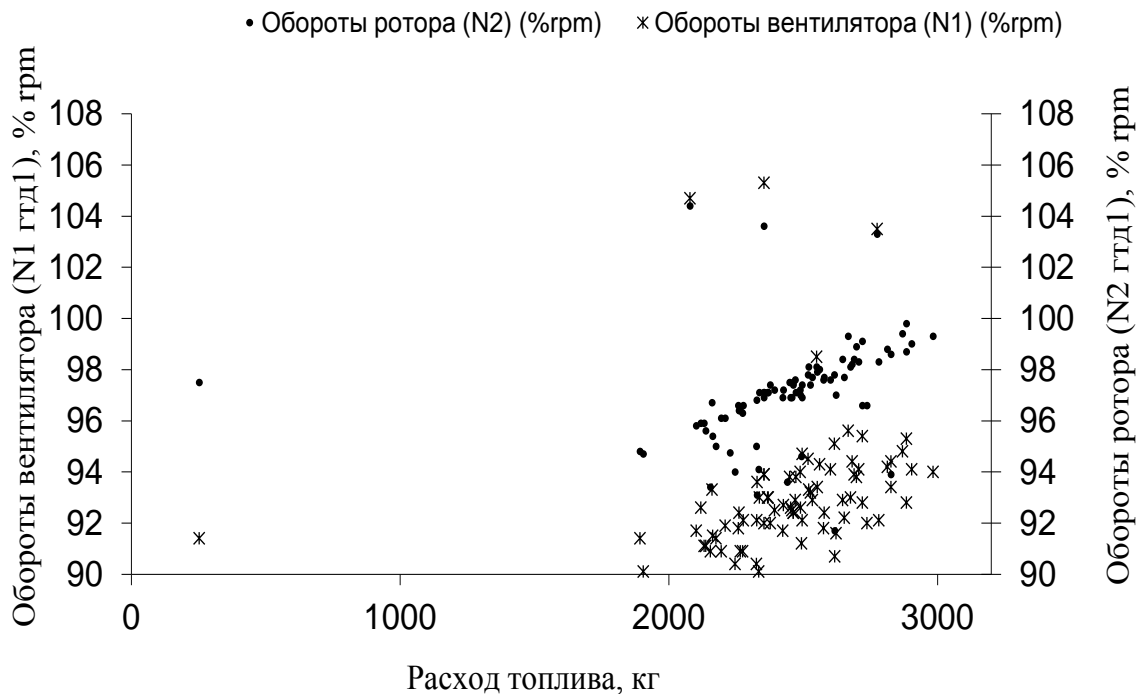


Рис. 3. Зависимости оборотов вентилятора, оборотов ротора от расхода топлива ГТД

Здесь очевидно, что оба параметра N1 И N2 ($(T/P)_{ГТД1}$ и $(T/P)_{ГТД2}$) синхронно изменяются относительно расхода топлива ГТД. Рассчитав “дельту” для обоих параметров, можно изучать степени синхронности (асинхронности), как показано на рис. 4.

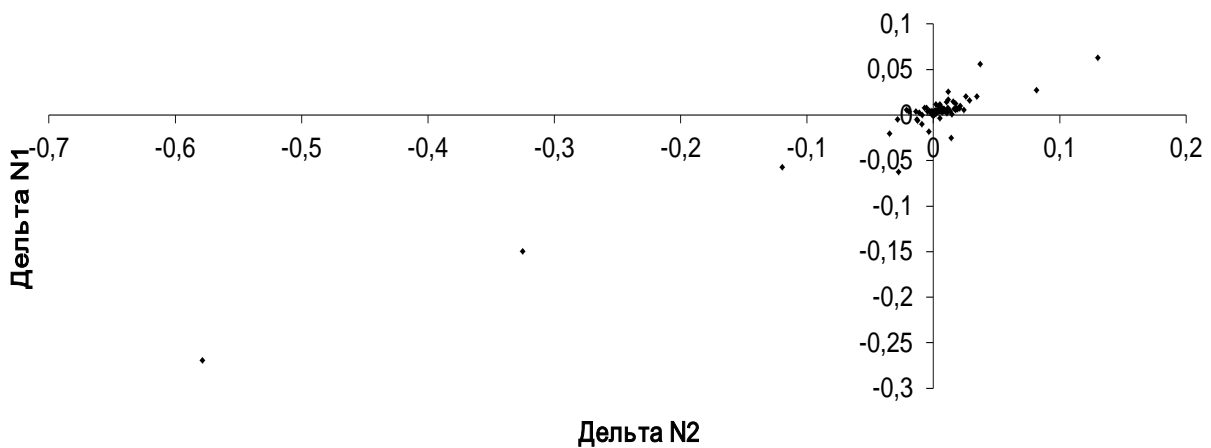


Рис. 4. Зависимости “дельта” вентилятора (dN1) от дельты обороты ротора (dN2)

Заключение

При изучении применимости исследования синхронии во временных рядах регистрируемых параметров в диагностике установлено, что для прогнозирования поведения исследуемых параметров надо использовать регрессионные модели связей между параметрами и датами полетов. Проведено осреднение с помощью скользящего среднего с целью не только изучения синхронности и асинхронности, но и фильтрации шумов и выявления качественной тенденции изменения параметров.

В авиации можно применять исследование синхронности и асинхронности изменения параметров при использовании временных рядов для оценки состояния ГТД во время технического обслуживания.

Использование этой системы позволяет не только изучать два или более ГТД одного самолета одновременно, но и целенаправленно повышать эффективность и экономичность эксплуатации воздушных судов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чичков Б.А. Параметрическая диагностика авиационных двигателей: учеб. пособие. - М.: МГТУ ГА, 2010.
2. Чичков Б.А., Бураймах И.Д., Ндженге Б.К. О способах совершенствования диагностических моделей авиационных двигателей // Научный Вестник МГТУ ГА. - 2012. - № 179.
3. Ндженге Б.К. Повышение эффективности тренд-анализа параметров, регистрируемых в эксплуатации ТРДД: тезисы докл. студенч. конф. МГТУ ГА. - М.: МГТУ ГА, 2011.
4. [Электронный ресурс]. URL: [http://en.wikipedia.org/wiki/Time series](http://en.wikipedia.org/wiki/Time_series).
5. [Электронный ресурс]. URL: <http://www/itl/nist.gov/div898/handbook/pmc/section4/pmc41.htm>.

PARAMETRICAL DIAGNOSIS BASED ON SYNCHRONIC AND ASYNCHRONIC OF GAS TURBINE ENGINES OF ONE AIRCRAFT

Njenge B.K.

The article deals with identification and shows examples on parametrical diagnosing of GTE on the same aircraft using synchrony and asynchrony of time series.

Keywords: parametric diagnosis, time series, trend analysis, smoothing, regression, synchrony and asynchrony.

Сведения об авторе

Ндженге Бенджамин Кабанги, 1986 г.р., окончил МГТУ ГА (2011), аспирант МГТУ ГА, автор 2 научных работ, область научных интересов – параметрическая диагностика авиационных двигателей в эксплуатации.