

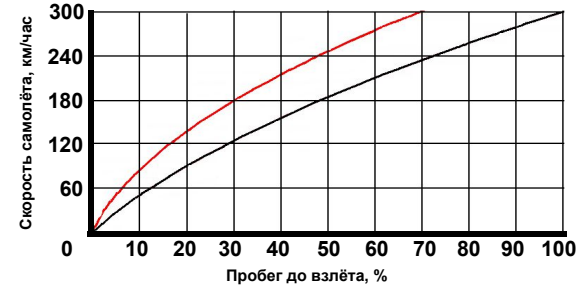
# Разработка методов, программ и алгоритмов управления

## Оценка эффективности метода управления для быстрого изменения тяги (БИТ)

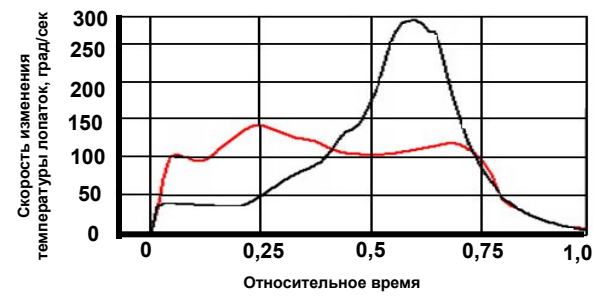
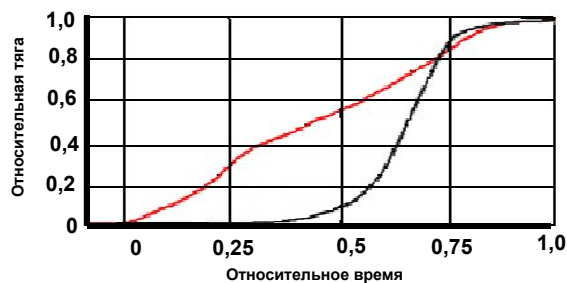
**Методы адаптивного интегрированного управления ГТД, направленные на повышение эффективности использования двигателя на самолёте и улучшения его характеристик:**

- **Улучшение взлётных характеристик самолёта**
- **Повышение безопасности при уходе на второй круг**
- **Увеличение дальности полёта**
- **Увеличение ресурса двигателя**
- **Улучшение маневренности**

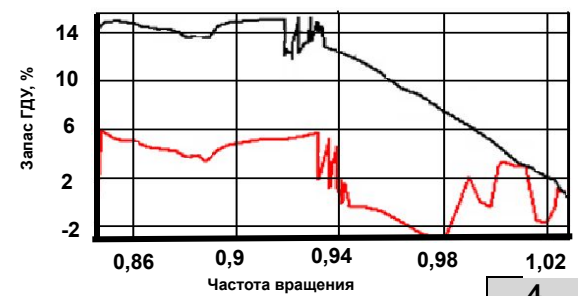
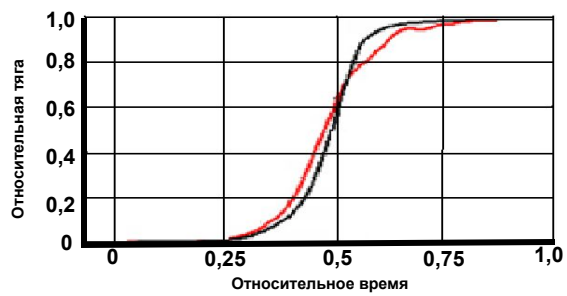
**- улучшение взлетных характеристик ЛА**



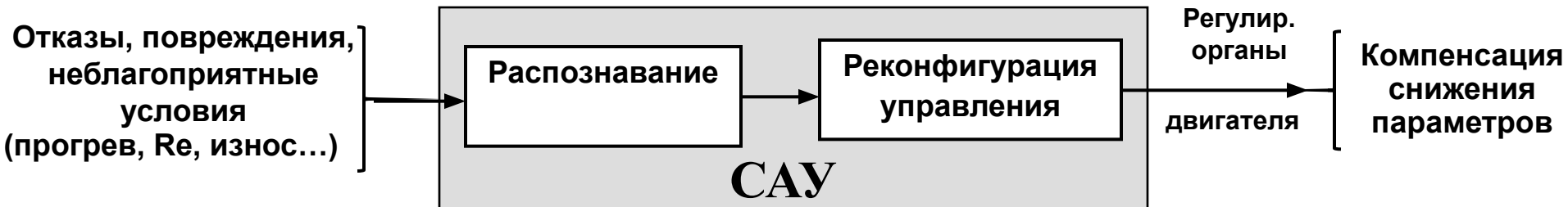
**- увеличение ресурса двигателя**



**- уменьшение расходуемых запасов ГДУ на режимах приемистости**

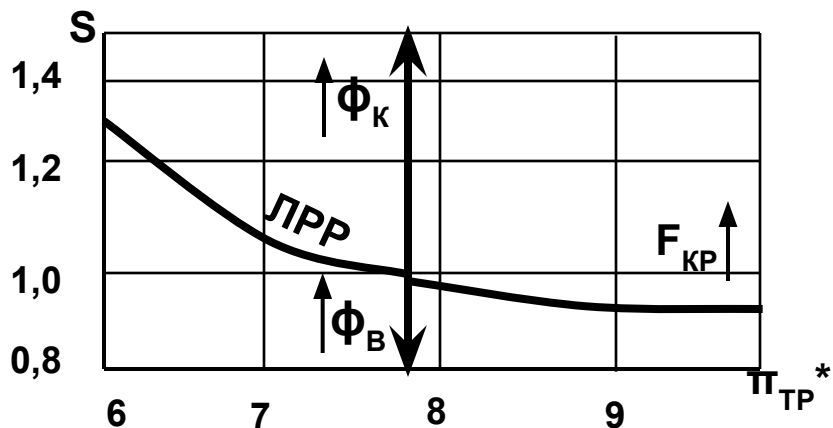


# Компенсация отказов и повреждений двигателя методами управления

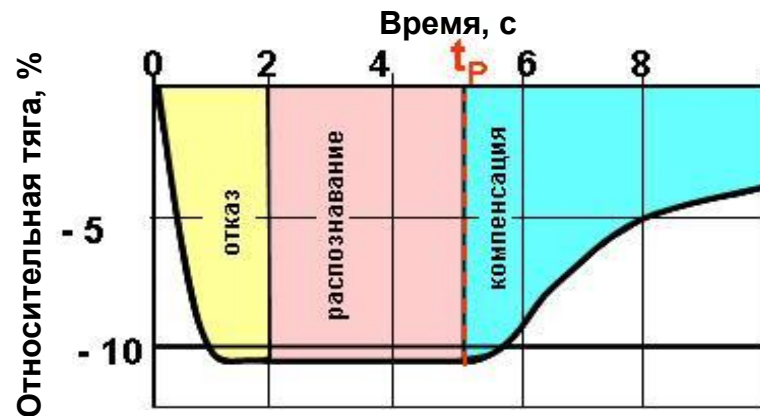


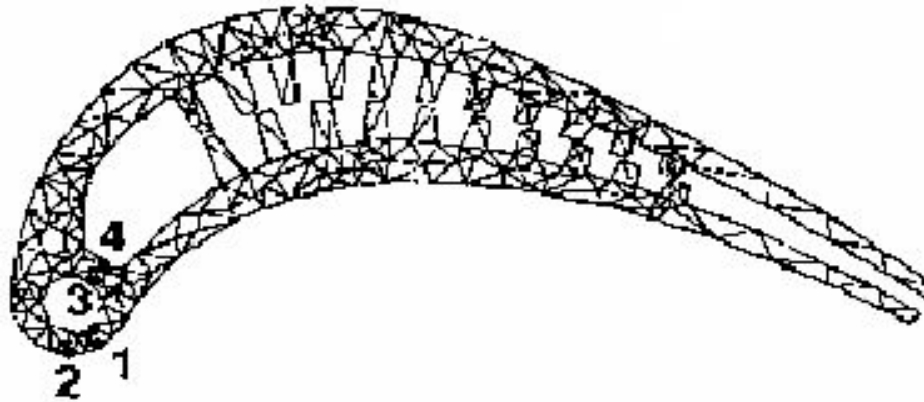
- Компенсация отказов в двигателе и САУ
- Восстановление параметров при выработке ресурса:  
 $\Delta \eta_k = -3\%$ ;  $\Delta R = -5\% \rightarrow -1\%$ .
- Уменьшение количества эксплуатационных регулировок

Распознавание отказа

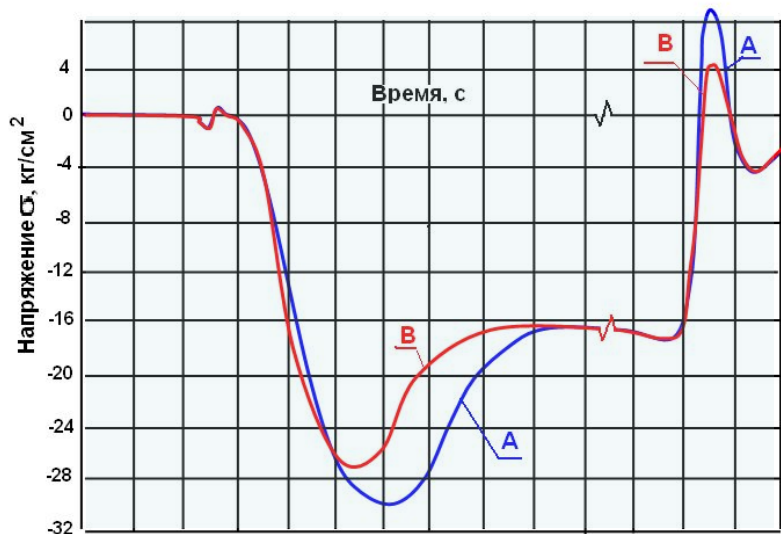


Компенсация отказа привода НА компрессора





## Специальное управление в цикле «приёмистость – сброс»



## Размах деформаций лопатки ТВД

Способ управления	Элемент лопатки	№ точки	$\epsilon \times 10^{-3}$	$\bar{N}_p$
Номинальный (А)	Входная кромка	1	2,94	1
		2	3,08	1
	Перемычка	3	3,14	1
		4	2,76	1
Специальное управление (В)	Входная кромка	1	2,43	2,3
		2	2,55	2,2
	Перемычка	3	2,66	1,5
		4	2,37	1,6

$\Delta\epsilon$  – размах деформаций в цикле

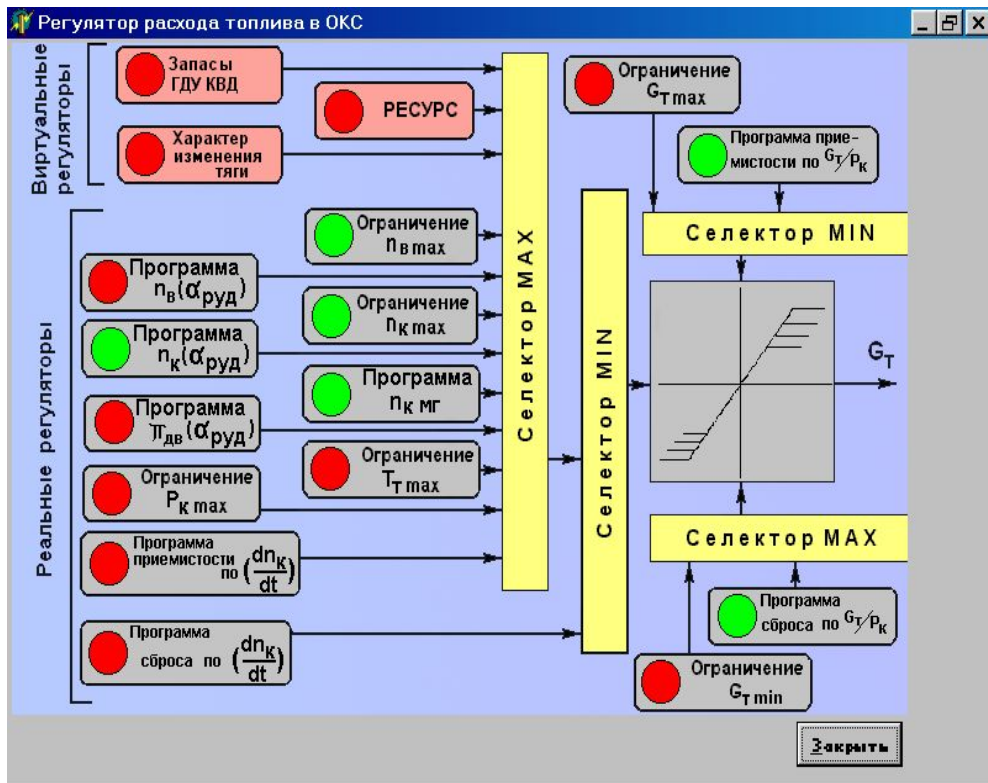
$\bar{N}_p$  – относительное число циклов до разрушения

# Математическое моделирование

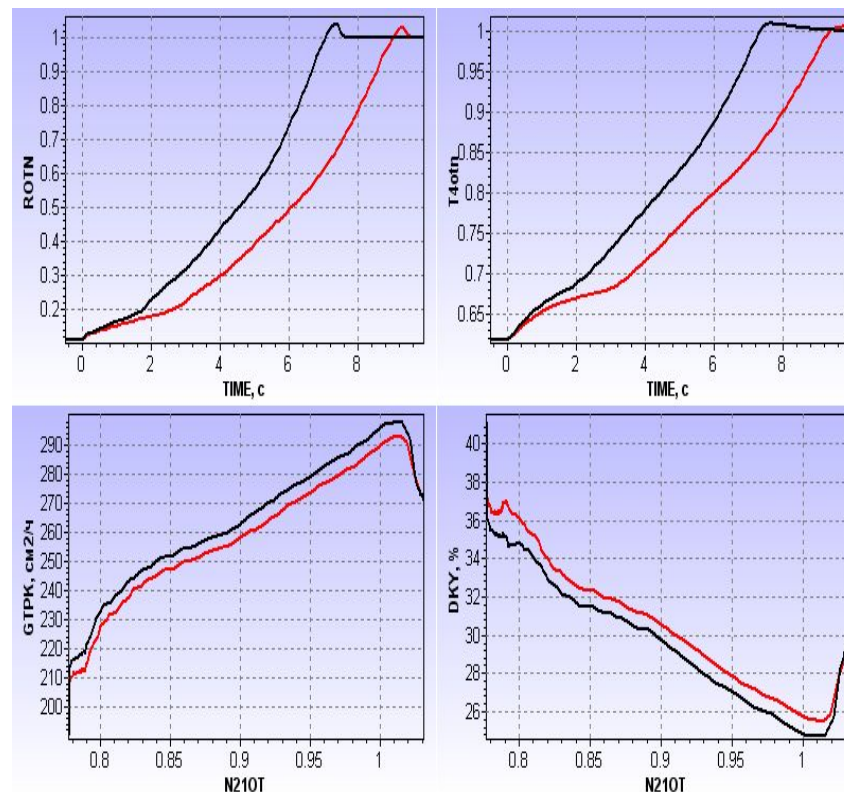
Для ГТД различных типов разработаны динамические математические модели, позволяющие решать задачи автоматического управления совместно с созданными математическими моделями их систем управления.

Разработан пакет программ, реализующий эти математические модели, для выполнения расчётов на ЭВМ, необходимых для выбора характеристик систем управления.

Окно программы математической модели САУ



Окно с результатами расчётов



# Системы защиты ГТД при помпаже

Разработаны и внедрены на авиационных двигателях различных конструктивных схем системы, обеспечивающие регистрацию срывных процессов, ликвидацию неустойчивости и автоматическое восстановление исходного режима. Используются также на стационарных ГТУ и испытательных стендах.

## Задачи :

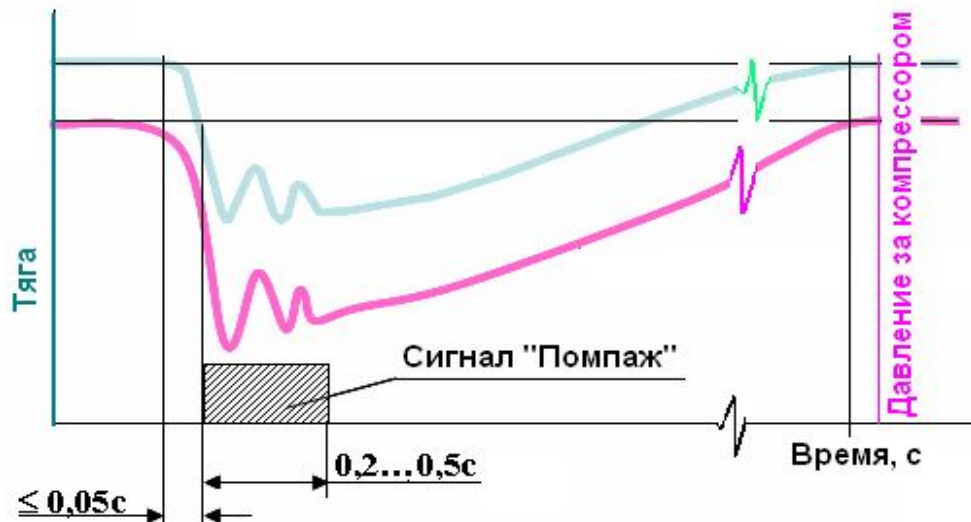
- защита ГТД на ЛА и стационарных ГТУ
- защита при стендовых испытаниях (ГТД, изолированный компрессор)

## Комплекс устройств:

- система кратковременного повышения запасов устойчивости – *предупреждение помпажа*
- система ликвидации неустойчивости и восстановления исходного режима

## Парируемые возмущения:

- попадание на вход горячих газов
- попадание посторонних предметов (лёд, снег, птицы и др.)
- повреждение двигателя
- отказы САУ



- Парируемые срывные явления:
  - помпаж
  - вращающийся срыв
- Реакция на потерю устойчивости  $\leq 0,05\text{c}$
- Время устранения неустойчивости  $0,2 \dots 0,5\text{c}$
- Min потери импульса тяги