



# МЕТОДИКА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РЕСУРСА ТРАНСФОРМАТОРОВ ПО МОДЕЛИ ЭКСПЛУАТАЦИИ

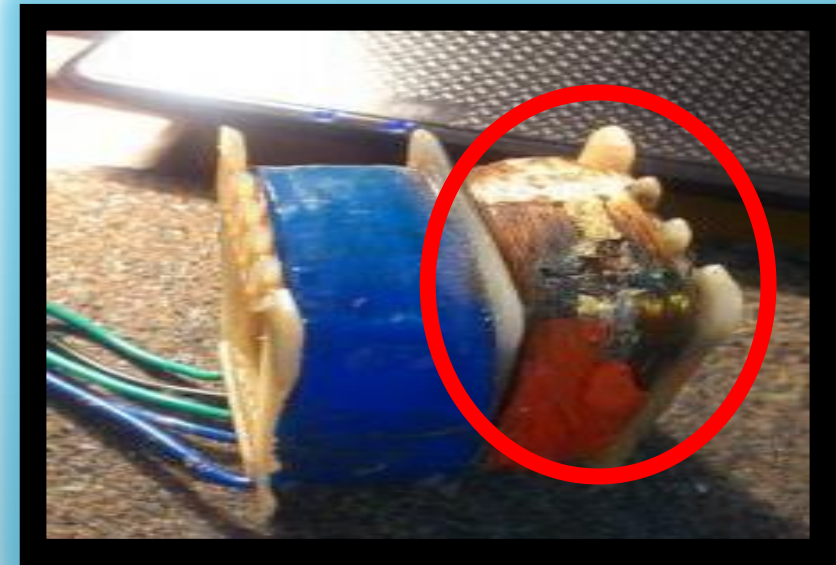
Выполнил студент 4 курса НИУ ВШЭ Королев П.С.

Научный руководитель: к.т.н., ст. преп. НИУ ВШЭ Иванов И.А.

Москва  
2015

## Актуальность

**Высокие требования к показателям надежности ЭРИ  
из-за быстрого выхода из исправного состояния**



**Повышение надежности и качества РЭС за счет уточненного  
расчета показателей долговечности ЭРИ**

## Цель:

Повышение достоверности показателей долговечности ЭРИ.

## Задачи:

1. Анализ ТУ на соответствие справочнику надежности ЭРИ.
2. Проведение анализа показателей долговечности.
3. Разработка методики для прогнозирования ресурса ЭРИ по модели эксплуатации.

## Долговечность и ее показатели

**Долговечность** – это свойство объекта сохранять работоспособность до наступления предельного состояния, т.е. наступления такого состояния, когда оно должно быть направлено либо в ремонт (средний или капитальный), либо изъято из эксплуатации.

- **Минимальная наработка** показывает количество часов работающего изделия до первого отказа, т.е. определяет наработку (минимальную) приходящуюся на один отказ.
- **Гамма-процентный ресурс** – это суммарная наработка, в течение которой объект не достигнет предельного состояния с вероятностью, выраженной в процентах.

$T_{н.м}$

$T_{р.γ}$

## Недостатки нынешних ТУ

Отсутствие в ТУ группы эксплуатации трансформаторов !

Отсутствие учета воздействующих внешних факторов!

$$T_{p.y} = \text{const}$$

### СПРАВОЧНИК

#### Надёжность электрорадиоизделий

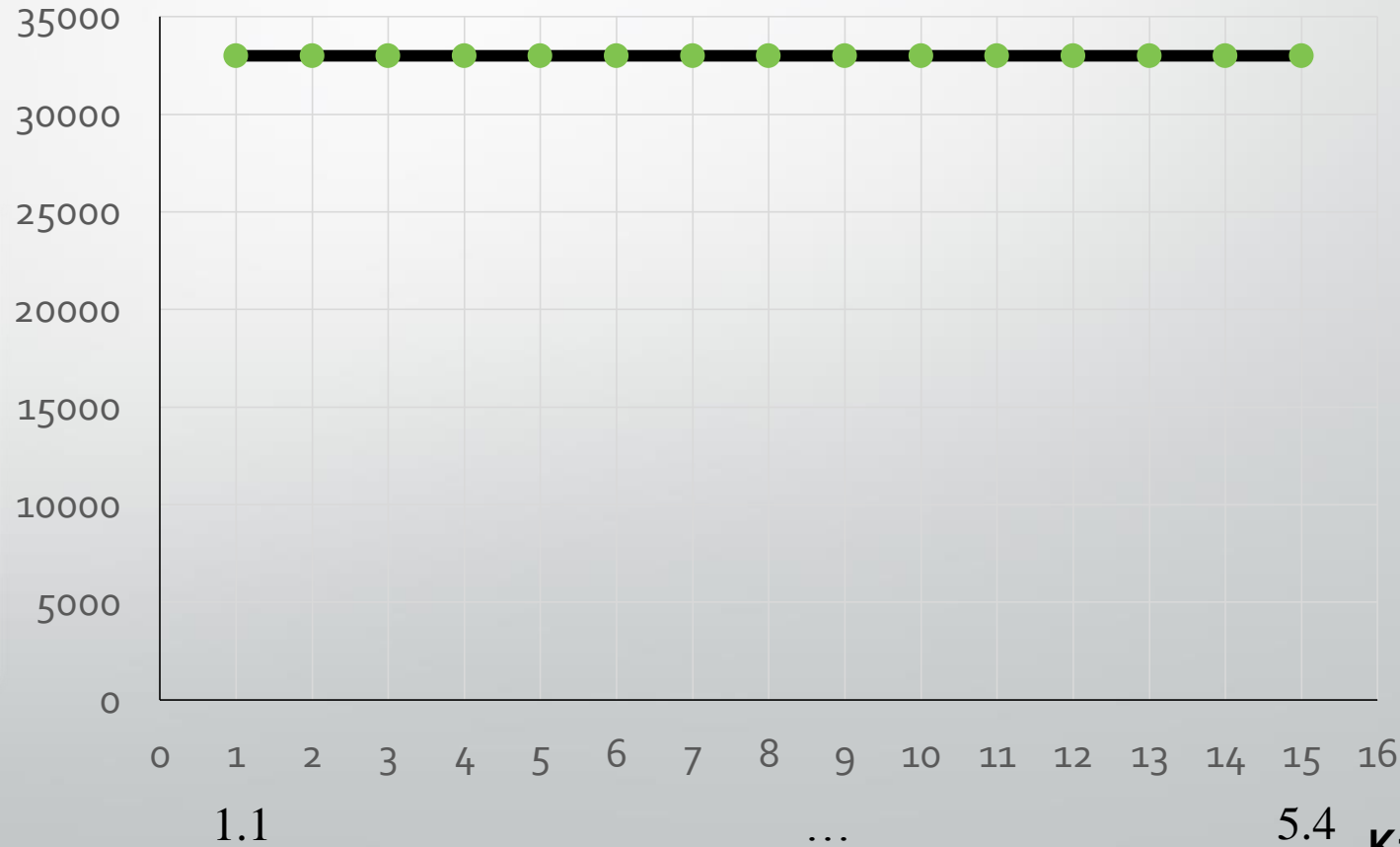
Справочник содержит сведения, предназначенные для использования при расчетах показателей надёжности радиоэлектронной аппаратуры военного назначения в соответствии с требованиями основополагающих нормативных документов комплексов Государственных военных стандартов «Мороз-6» и «Надёжность РТ».

К<sub>Э</sub>

2006

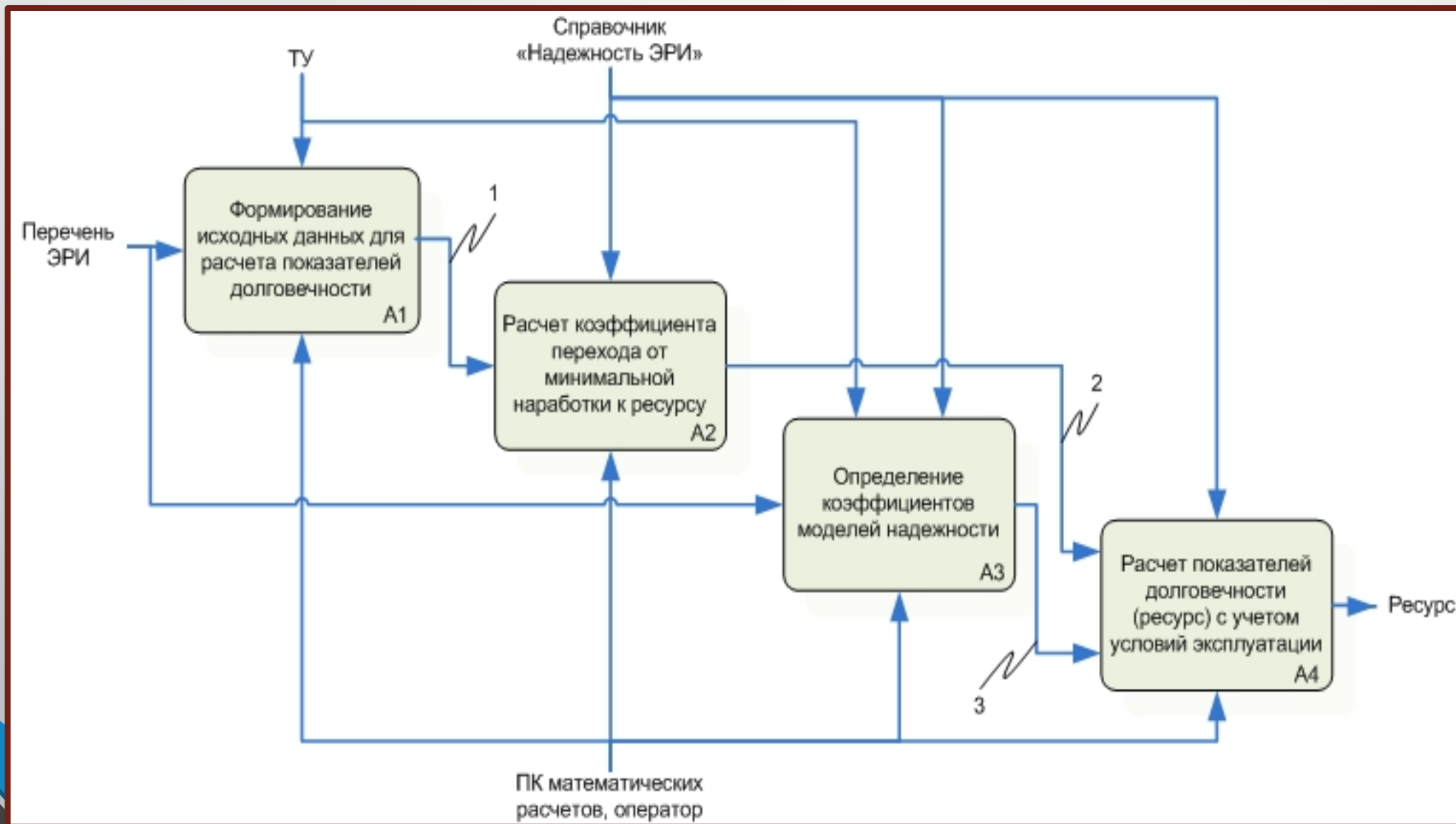


$T_{p,y}, \text{ч}$



К<sub>Э</sub>

# Методика прогнозирования ресурса для ЭРИ



## Методика прогнозирования ресурса для ЭРИ

### Этап 1

«Формирование исходных данных»

1. Определение ТУ для конкретного ЭРИ.

2. Выбор  $T_{н.м}$  или  $T_{р.у}$

Если отсутствует  $T_{р.у}$

3. Обращение к справочнику «Надежность ЭРИ»

4. Поиск значения  $T_{р.у}$  и уточнение значения  $T_{н.м}$

### Этап 2

«Расчет коэффициента перехода»

$$K_{\text{пер}} = \frac{T_{р.у}}{T_{н.м}}$$

### Этап 3

«Определение поправочных коэффициентов модели интенсивности отказов»

$\lambda_6$  – базовая интенсивность отказов;

$K_t$  – коэффициент режима;

$K_э$  – коэффициент жесткости условий эксплуатации;

$K_{пр}$  – коэффициент приемки.

$$\lambda_э = \lambda_6 \cdot K_t \cdot K_э \cdot K_{пр}$$

## Методика прогнозирования ресурса для ЭРИ

### Этап 4

#### «Расчет гамма-процентного ресурса»

1. Выражаем

$$T_{p,\gamma} = K_{\text{пер}} \cdot T_{\text{н.м}}$$

2. Вычисляем

$$T_{\text{н.м}} = \frac{0,001}{\lambda_{\text{э}}}$$

(применяется  
на практике)

3. Получаем итоговое выражение для  
прогнозирования  $T_{p,\gamma}$

$$T_{p,\gamma i} = \frac{0,001 \cdot K_{\text{пер}}}{\lambda_{\text{б}} \cdot K_{\text{т}} \cdot K_{\text{э}_i} \cdot K_{\text{пр}}}$$

## Вычислительный эксперимент



Трансформатор импульсного типа БТИ  
(для микроэлектроники)

### Вывод:

Анализ графика позволяет выявить недостаток ТУ, а именно отсутствие данных о гамма-процентном ресурсе для каждой группы эксплуатации. Это приводит к неверным расчетам показателей надежности, а именно долговечности РЭС и отдельных ЭРИ.

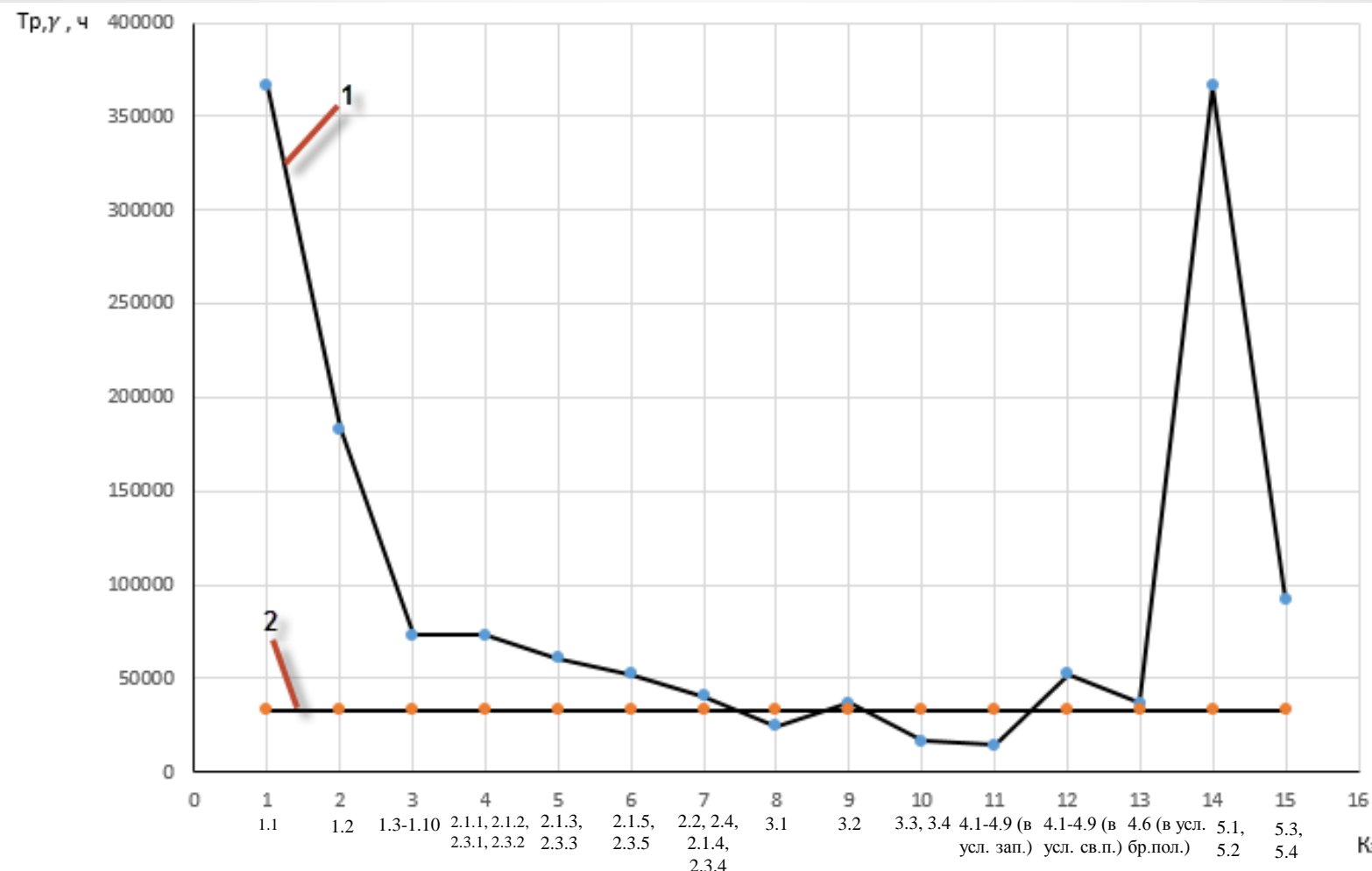


График зависимости  $T_{p,\gamma}$  от  $K_{\gamma}$  с учетом (1), без учета (2)

## Результат

### В ходе работы были выполнены следующие этапы:

1. Проведен анализ показателей долговечности ЭРИ.
2. Разработана методика, которая отображена в формате IDEF0-диаграммы и может быть адаптирована под другие классы электронных компонентов, путем доработки модели зависимости показателей долговечности от условий эксплуатации.
3. Выявлен недостаток ТУ в виде отсутствия значений гамма-процентного ресурса для каждой группы эксплуатации.

Спасибо  
за внимание!