

## ЛЕКЦИЯ №1

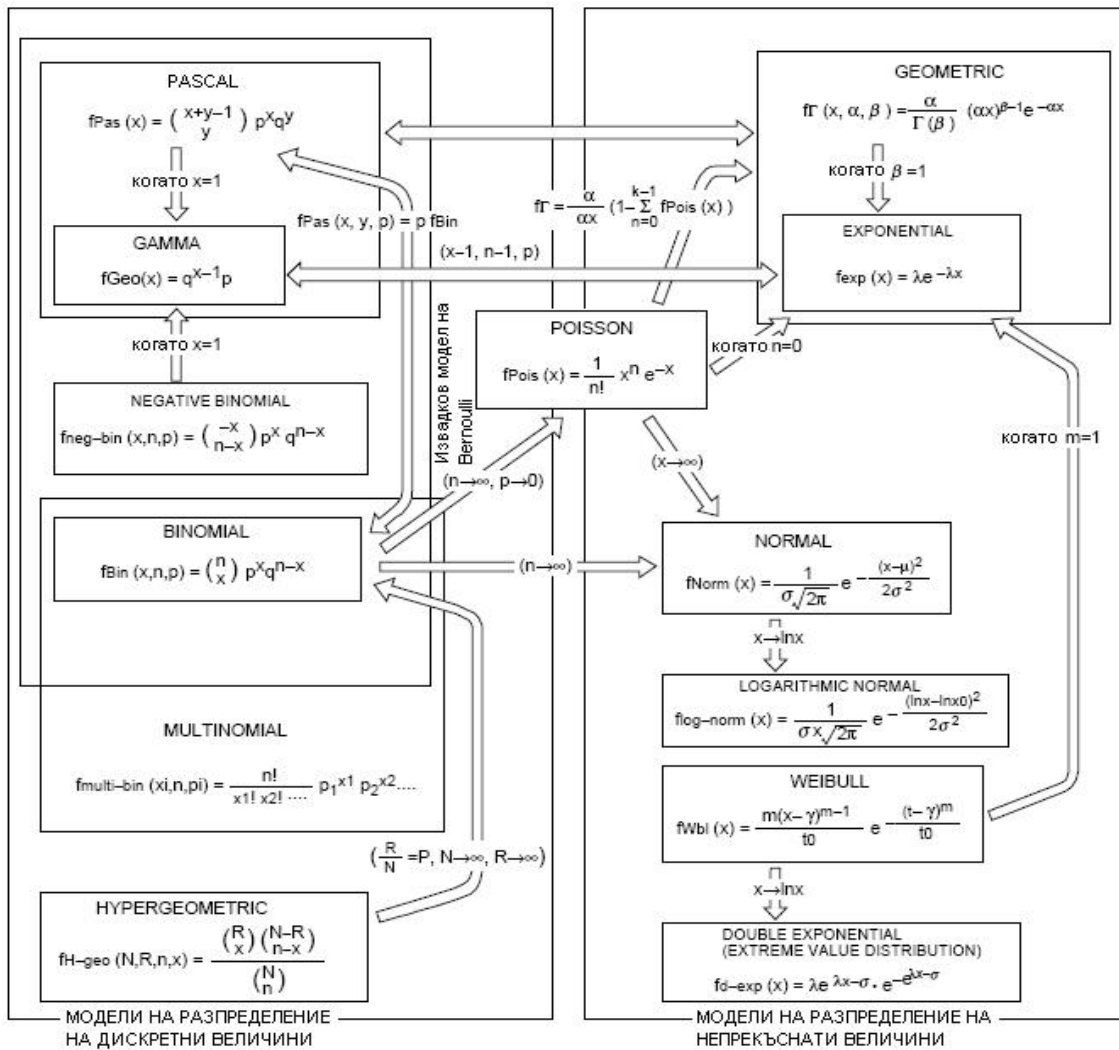
### ОСНОВНИ ПОНЯТИЯ ЗА КАЧЕСТВО И НАДЕЖДНОСТ

1. Дейности за осигуряване на качеството и надеждността
2. Сравнение на качество и надеждност
3. Дефиниции за качество и надеждност
4. Компоненти на категорията качество
5. Етапи на документираните системи на качеството
6. Какво е квалиметрия?
7. Свойства за оценка на качеството
8. Група показатели на качеството, в зависимост от характеризируемите свойства на електронната продукция
9. Видове методи за определяне показателите на качеството
10. Какво е модел на качеството на оценяваното изделие?
11. Видове значения на надеждността
12. Какво определя „изискваната функция „ на изделието и от какво зависят „условията на работа”
13. Разлика между прогнозирана и оценена надеждност

## ЛЕКЦИЯ №2

### Продължение на първата тема

1. Основни понятия за отказ на електронни изделия – вид, причина, следствие, механизъм
2. Класификация на отказите
3. Методите за контрол на източниците на откази
4. Показатели на надеждността
5. Модели на надеждността - Вейбулово, експоненциалното и логаритмично-нормалното разпределения
6. Диаграма на надеждността –  $\lambda$ -характеристика



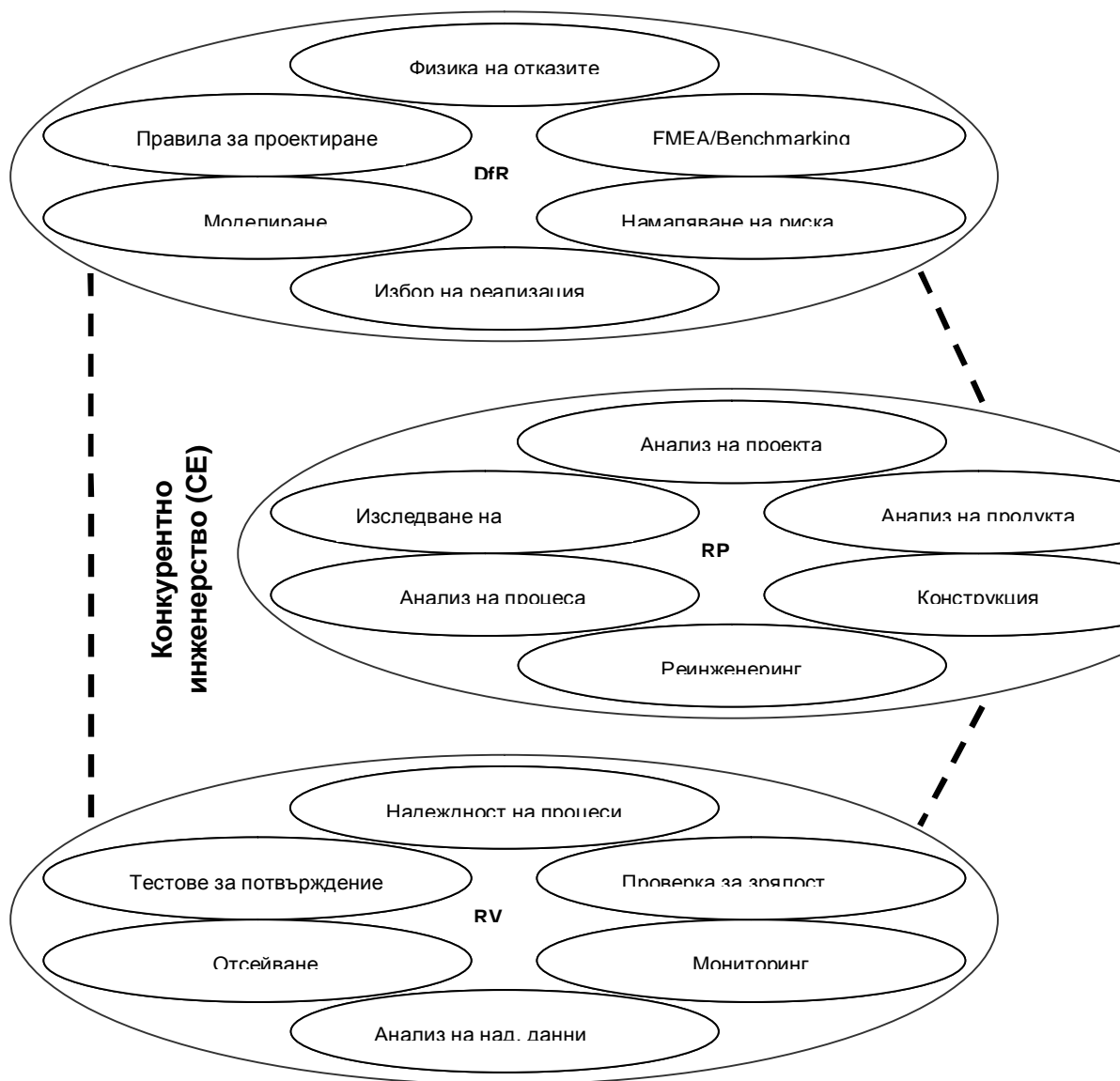
Основните зависимости за различни модели на разпределение на отказите

Probability Distribution	Probability density function f(x)	Reliability function R(x)	Failure Rate λ(x)	Mean Value μ	Variance σ <sup>2</sup>	Remark
Weibull distribution	$f_{Wbl}(x) = \frac{m(x-\gamma)^{m-1}}{t_0^m} \cdot e^{-\frac{(x-\gamma)^m}{t_0^m}}$	$R_{Wbl}(x) = e^{-\frac{(x-\gamma)^m}{t_0^m}}$	$\lambda_{Wbl}(x) = \frac{m}{t_0} (x-\gamma)^{m-1}$	$\frac{1}{t_0^m} \Gamma\left(1 + \frac{1}{m}\right)$	$\frac{1}{t_0^m} \left\{ \Gamma\left(1 + \frac{2}{m}\right) - \Gamma^2\left(1 + \frac{1}{m}\right) \right\}$	m: shape parameter γ: position parameter t <sub>0</sub> : scale parameter
Normal distribution	$f_{Norm}(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$	$R_{Norm}(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_x^\infty e^{-\frac{(t-\mu)^2}{2\sigma^2}} dt$	$\lambda_{Norm} = \frac{f_{Norm}}{R_{Norm}}$	μ	σ <sup>2</sup>	
Logarithmic normal distribution	$f_{log-norm}(x) = \frac{1}{\sigma x \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(\ln x - \ln x_0)^2}{2\sigma^2}}$	$R_{log-norm}(x) = \int_x^\infty f_{log-norm}(t) dt$	$\lambda_{log-norm} = \frac{f_{log-norm}}{R_{log-norm}}$	$e^{-\left(\ln x_0 + \frac{\sigma^2}{2}\right)}$	$e^{2\ln x_0 + \sigma^2} (e^{\sigma^2} - 1)$	σ <sup>2</sup> : variance of normal distribution x <sub>0</sub> : median value of probability distribution
Exponential distribution	$f_{exp}(x) = \lambda e^{-\lambda x}$	$R_{exp}(x) = e^{-\lambda x}$	$\lambda_{exp} = \lambda = \text{const}$	1/λ	1/λ <sup>2</sup>	
Gamma distribution	$(x, \alpha, \beta)$	$R_{\Gamma}(x) = \frac{\alpha}{\Gamma(\beta)} \int_x^\infty (at)^{\beta-1} e^{-at} dt$	$\lambda_{\Gamma} = \frac{f_{\Gamma}}{R_{\Gamma}}$	β/α	β/α <sup>2</sup>	α: scale parameter β: shape parameter

Основни разпределения на времето до отказ, използвани за моделиране на надеждността на електронни компоненти

## Дейности за повишаване на надеждността

При производството на високонадеждни електронни изделия е задължително да се изпълняват три основни групи дейности показани на фиг. 1.1: проектиране за надеждност (Design for Reliability - DfR); верификация на надеждността (Reliability Verification - RV) и физичен анализ (Analytical Physics – AP). Тези три дейности са важни за всяка програма по надеждност, която е в основата на конкурентното инженерство. Предимство на конкурентното инженерство е съвместната разработка на изделието от няколко експерти (дизайнери, мениджъри и др.) от различни специалности.



Фиг. 1.1. Основни дейности за повишаване на надеждността

Първата дейност - DfR е поддържаща и се изпълнява през целия жизнен цикъл на изделието. При разработката трябва да се използват всички техники на надеждността със съответните им инструменти. Ефективни при тази дейност са възможностите на методите FMEA и Benchmarking. Първият от тях анализира възможните дефекти, вероятността за тяхната поява и устойчивостта на изделието. Вторият позволява да се оцени конкурентноспособността на разработката чрез сравняване с най-добрите практики. Прогнозирането на надеждността и получаването на количествени оценки за определени показатели също е добър пътеводител в процеса на повишаване на надеждността. Познаването на физичните свойства на материалите, процесите и използваните технологии и резултатите при случайни въздействия от околната среда през времето на живот на изделието също осигурява разработка на робастен проект.

Втората дейност – верификацията се изразява в провеждане на контролни тестове, но в действителност е много повече за да се осигурят изискванията за надеждност на потребителя. Верификацията на надеждността включва: надеждност на процеса и тестване за „зрялост” на разработката (Design Maturity Test - DMT). За да е ефективна верификацията трябва да се симулират възможните случайни въздействия, влияещи върху продукта и процесите за кратък период от време. За целта се използва специализирано тестово оборудване като: камери за термоцикли, за ускорени изпитвания, вибрационни системи и др. Необходими са познания за това как да се определят и приложат подходящи тестове за планирано изследване. Методите за събиране на данни са основен компонент при разработка на реалистичен тест за ускоряване зрелостта на разработката. DMT трябва да демонстрира, че честота на отказите на изделието и изискванията на клиента са осигурени при определени условия.

Третата дейност се използва за събиране на знания за физиката на отказите на изделието, които са необходими за създаване на робастни технологии. Тъй като технологиите и изделията се подобряват и осъвременяват на всеки 3 години, то и тези възможности трябва да нарастват. За целта е необходима подходящо оборудване за извършване на анализ на изделията, процесите, конструкцията, за изследване причините за дефекти и реинженерингова дейност. Наличието на точната информация в точното време позволява на екипа да взема своевременни решения и направи бързи корекции.

Съвременните информационни технологии, база данни, интранет и браузери позволяват да се натрупва и ползва „online” историческа информация. Информацията в реално време е значима за екипа за дискутиране на ключови въпроси по време на процеса на разработка. Създаването на централна база данни с резултати от анализите и осигуряването на директен достъп чрез интранет осигурява виртуално

съвместно участие на екипите, необходимо за поддържане на инженерната дейност за качество и надеждност от всяка точка на света.

### Фактори движещи конкуренцията

Надеждността е основен икономически фактор при определяне на успеха на продукта

Точното предсказване и контрол на надеждността играе важна роля в доходността на един продукт. Разходите за сервиз по време на гаранционния период или при договор за сервизно поддържане са основни разходи и значителен ценови фактор. Подходящо съхраняване на резервни части и наемане на поддържащ персонал и обучение също зависят от добрите предсказания на надеждностните повреди. От друга страна липсата на надеждностна цел може да доведе до договорни наказания и да струва бъдещия бизнес. Компании, които могат икономично да проектират и пласират продуктите които удовлетворяват очакванията на техните клиенти за надеждност имат силни конкурентни предимства в днешния пазар.

Най-общата оценка на надеждността е интензивността на отказите. Тя може да бъде или зависима, или независима от времето. Когато се работи със зависима от времето интензивност, трябва да се знае времето, за което тя се определя. Когато е дадена за целия интервал от време, тя представлява средната интензивност на отказите. Когато не се променя с течение на времето, интензивността на отказите е константа и нейната реципрочна стойност е равна на *MTTF*.

Използват се три мерки (Табл.1.2) за определяне интензивността на отказите: отказ на час; отказ на милион часове (PPM) и единицата FIT (1FIT =  $10^{-9}$  h).

FIT	FMH (Fail per $10^6$ h)	MTBF h	1- Year PPM	1-Year % Failure	2- Year PPM	2-Year % Failure	5- Year PPM	5-Year % Failure	10- Year PPM	10- Year % Failure
1	0,001	1,00E+9	9	0,0009	18	0,0018	44	0,0044	88	0,009

**Табл.1.2. Преобразувана на константна интензивност/честота на отказите**

Тъй като  $MTTF$  е очакваното време до появата на отказ, то се определя с функцията плътност на вероятността:

$$MTTF = \bar{t} = \int_0^{\infty} t f(t) dt$$

Този интеграл може да бъде представен като еквивалентен на

$$MTTF = \int_0^{\infty} R(t) dt$$

когато границата на  $tR(t)$  изчезва при голямо  $t$ .

### **ВЪПРОСИ:**

1. Сравнете качеството с надеждността.
2. Дадени са две интензивности на откази. Първата е равна на 1000FIT за 10,4 години, а втората е 400FIT. Коя от двете е константна?
3. При тестване за 100 часа на 1000 невъзстановими изделия за отказали 3 от тях. Да се определи на колко е равна интензивността на отказите.
4. При тестване за 100 часа на 1000 възстановими изделия са настъпили 4 отказа. Да се определи на колко е равно  $MTTF$ .
5. Интензивността на откази на електронна система е 500 000 FPM. Да се определи на колко PPM е равна тази интензивност.
6. При постоянна честота на откази на една електронна система и  $MTTF = 2$  часа да се определи съответно на колко PPM и FIT е равна интензивността на отказите.
7. За какво време трябва да се тестват 1000 ИС , за да се демонстрира надеждност от 100 FIT?