

Въведение в надеждността

НАДЕЖДНОСТ И СИГУРНОСТ НА КОМУНИКАЦИИТЕ -
ЛЕКЦИЯ 1

2020 ЛЕТЕН СЕМЕСТЪР

НЕНОВА, ТРИФОНОВ

ТЕХНИЧЕСКИ УНИВЕРСИТЕТ СОФИЯ

Система

Системата е *взаимодействаща с други единици (елементи и/или системи)* **функционална съвкупност от обекти**, свързани в единно цяло помежду си чрез някаква форма на целево взаимодействие или взаимозависимост. Тя е такава разложима на части **съвкупност**, която има свойства, не съдържащи се в нито една нейна съставна част при какво да е делене на части.

Обхват на курса



Източници на откази

1. Защитата от *непреднамерени грешки на персонала* в телекомуникациите (поради некомпетентност, незнание, несръчност, неподготвеност, немарливост и т. н.) не е предмет на университетски курс. Това е подготовка, която се води в т.н. фирмено обучение.

2. Защитата от *обективни случайни изменения в резултат от смущения*. В този контекст методите и средствата на защитата на съобщенията в настоящия курс се разглеждат предимно в систематичен план.

Определение за надеждност

Съгласно стандарта IEC 60050(191) **надеждността** е *вероятност, че даден обект ще изпълнява предвидените (определените) му функции при зададени условия в зададен интервал от време.*

Състояния на система

1. изправност / неизправност. Състояние, в които параметрите, характеризиращи **всички** свойства на обекта, са / не са (макар и един) в допустимите граници, определени от нормативно-техническата документация;
2. работоспособност / неработоспособност. Състояние, в които параметрите, характеризиращи **съществените** свойства на обекта, са / не са (макар и един) в допустимите граници, определени от нормативно-техническата документация;

СЪБИТИЯ

Отказът (Failure) е *случайно събитие, в резултат от което обектът става неработоспособен, т.е., нарушава се поне едно негово съществено свойство.*

Отказът е фундаментално понятие в теорията на надеждността. Неговото предсказване с точност е невъзможно. Може да се определи само с вероятност за настъпване и математическо очакване на времето до отказ.

Повредата (Fault) е *случайно събитие, причина, която извежда обекта в неизправност.*

Грешката е *отклонение от възприет критерий за вярност.*

Видове обекти

Възстановимите обекти могат да се ремонтират в процеса на експлоатация. След възстановяване обектът има същото качество, което е имал преди отказа. Тук не се разглеждат капиталните и средните ремонти, при които обектът напуска сферата на експлоатацията

Невъзстановимите обекти не могат да се използват след отказ или възстановяването е невъзможно или опасно.

Свойства на обектите

Безотказността (Reliability) е *свойството на обекта да запазва непрекъснато работоспособното си състояние в процеса на експлоатацията*. Измерва се със случайната величина $P(t)$ или $R(t)$. Трябва да се подчертае наречието «непрекъснато», тъй като то не е валидно за следващото свойство.

ГОТОВНОСТ

Готовността (Availability) е *свойството на обекта да е работоспособен в произволен момент от време*. Измерва се със случайната величина $G(t)$ или $A(t)$. Очевидно това свойство е присъщо на възстановимите обекти, които могат да имат една и съща готовност както при чести откази, но бързи възстановявания, така и при висока безотказност, но бавни ремонти.

Ремонтопригодност

Ремонтопригодността е свойство на обекта да възстановява своята работоспособност чрез техническо обслужване, ремонт или самовъзстановяване. То отчита приспособимостта на обекта за предотвратяване, откриване и отстраняване на отказите. Ремонтопригодността зависи от конструктивните особености на изделието, квалификацията на оператора и компетентността на поддържащия персонал.

Видове откази

● **Внезапни** (катастрофически) са отказите, които моментално променят структурата и/или параметрите на системата. Към тях се отнасят счупване, изгаряне на предпазители, липсата на контакти, късо съединение, прекъсване, пробиви на диоди или транзистори, «изгаряне» на интегрална схема и т.н.

● **Постепенни** (параметрични) са отказите, при които бавно, след стареене, износване или разрегулиране, някои от параметрите на обекта са се изменили и са преминали през границата на допустимите толеранси.

Видове откази

● **зависими/независими**, когато след настъпването на един отказ вероятността за друг отказ се повишава.

● **първични-вторични**, когато един отказ причинно-следствено (а не вероятно) предизвиква друг отказ. Ако електрозахранването на едно устройство е стабилизирано, примерно с ценеров диод, и диодът пробие, протича силен ток, от който задължително изключва предпазител.

ПОНЯТИЯ ЗА БЕЗОПАСНОСТ

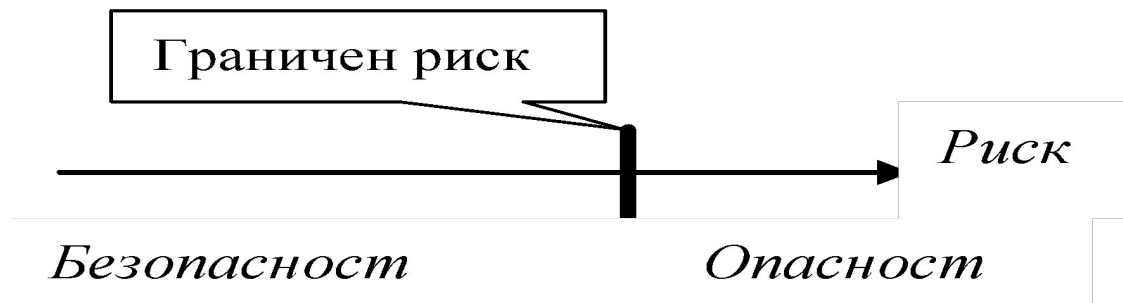
Опасността (*hazard*) е състояние, в което възниква (се понася) загуба, щета, ущърб, вреда и което може да доведе до инцидент (EN-50129). **Опасност за човека** произтича от всяко нарушение на човешките му права (на живот, на здраве, на чест, на достойнство, на собственост, на свобода, на равноправие с другите и т.н.). Според друг стандарт [12] опасността е **физическо положение** с потенциална възможност за вреда върху човека.

Инцидентът (*accident*) е неумишлено събитие или серия от събития, завършващи със *смърт или заплата за здравето на човека, неговите интереси загуба на материални, духовни и/или природни ценности.*

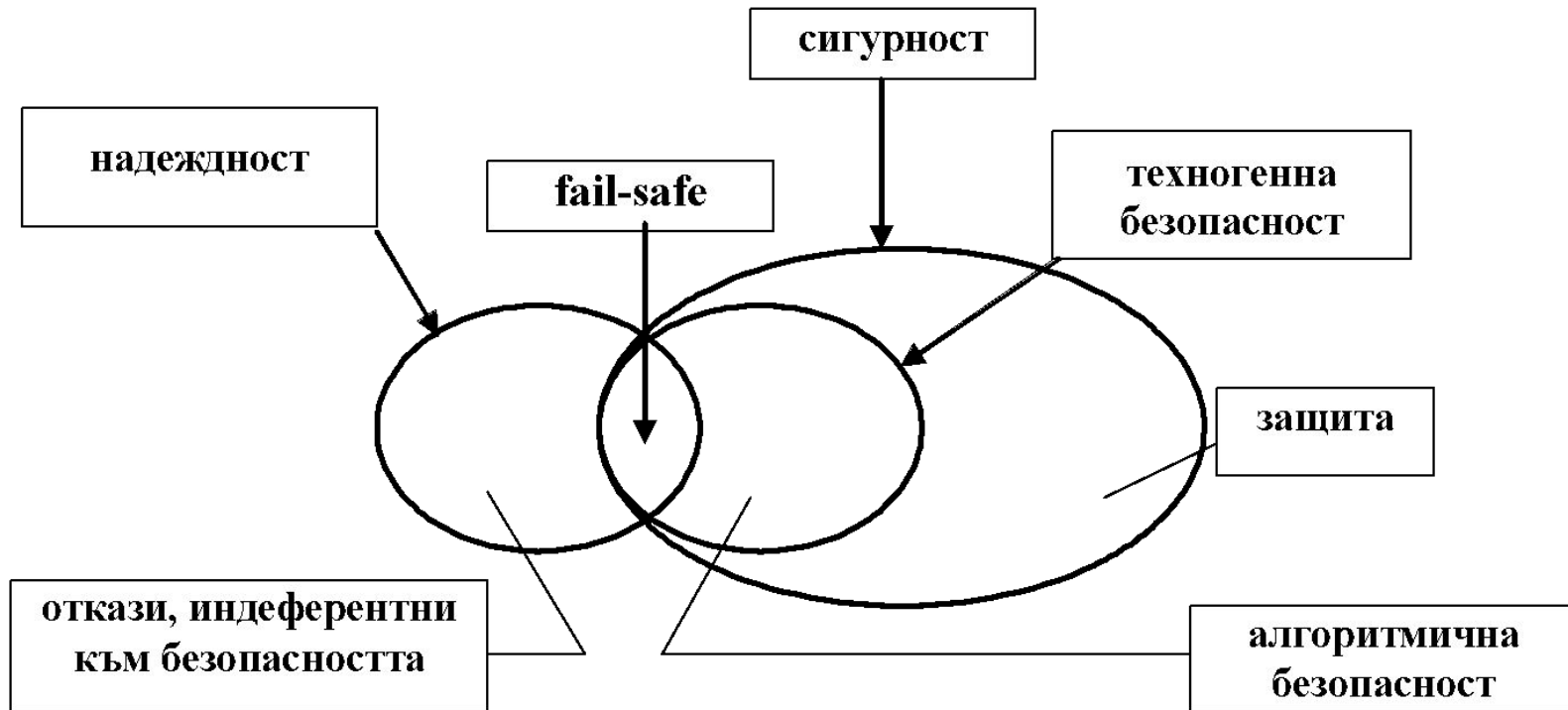
Опасността в процесите в реално време може да е *състояние или процес (случаен или детерминиран), в рамките на които или вследствие на които възниква инцидент.*

РИСК

Рискът е мярка за възможните загуби от нежелано събитие, чието настъпване е вероятно. Според EN 50126 **рискът** е вероятността за възникване на опасност, която предизвиква щета, загуба.



Съотношения между понятията



ПОКАЗАТЕЛИ ЗА НАДЕЖДНОСТ

Аксиоми на надеждността

1. Всеки технически обект отказва.
2. Кога точно ще настъпи отказ е непредвидимо.

Показатели

Показателите за надеждност на възстановимите и невъзстановимите обекти са различни.

В **невъзстановимите обекти**, които работят само до настъпване на първи отказ, надеждността се характеризира със свойствата на самия обект, с условията и режима на експлоатацията му, свързани с неговата «склонност» да отказва.

При **възстановимите обекти**, които могат многократно да възстановяват своята работоспособност, надеждността е по-сложна. Тук равнопоставено участват и свойства, свързани с параметрите на възстановителния процес (ремонт, отстраняване на грешките, самовъзстановяване), които също имат случаен характер.

Показателите и за двете групи обекти се делят на **бездименсионни** и **времеви**.

ВАЖНО

Показателите и за двете групи обекти се делят на **бездименсионни и времеви.**

$$0 \leq P \leq 1$$

ПОКАЗАТЕЛИ ЗА НАДЕЖДНОСТ НА НЕВЪЗСТАНОВИМИ ОБЕКТИ

1. Вероятност за безотказна работа (Reliability) – $P(t)$, $R(t)$;
 2. Вероятност за отказ $Q(t)$;
 3. Плътност на разпределението на отработката до отказ (честота на отказите) $f(t)$;
 4. Интензивност на отказите $\lambda(t)$;
 5. Средна отработка (средно време) до отказ - МТТФ.
- Тези случайни функции са известни като **показатели за надеждност**

$$P(t) = W \{T > t\}$$



Основни формули

$$P(t) \approx \frac{N(t + \Delta t)}{N},$$

$$\lim_{N \rightarrow \infty, \Delta t \rightarrow 0} \frac{N(t + \Delta t)}{N} = P(t)$$

Задача

Нека вземем един пример. Наблюдават се в експлоатация 100 мобилни телефонни апарата от една фирма и една и съща серия. При това приемаме, че те не се ремонтират и не се подменят с нови. По време на наблюдението се е установило, че след 10 000 часа работа отказали 5 телефона. От така получените данни можем да изчислим вероятността за безотказна работа за 10 000 часа – $P(10\ 000)$ като използваме формула(2.2). За тази цел трябва да определим колко са работещите телефонни апарата за време 10 000 часа:

$$N(t+\Delta t) = 100 - 5 = 95.$$

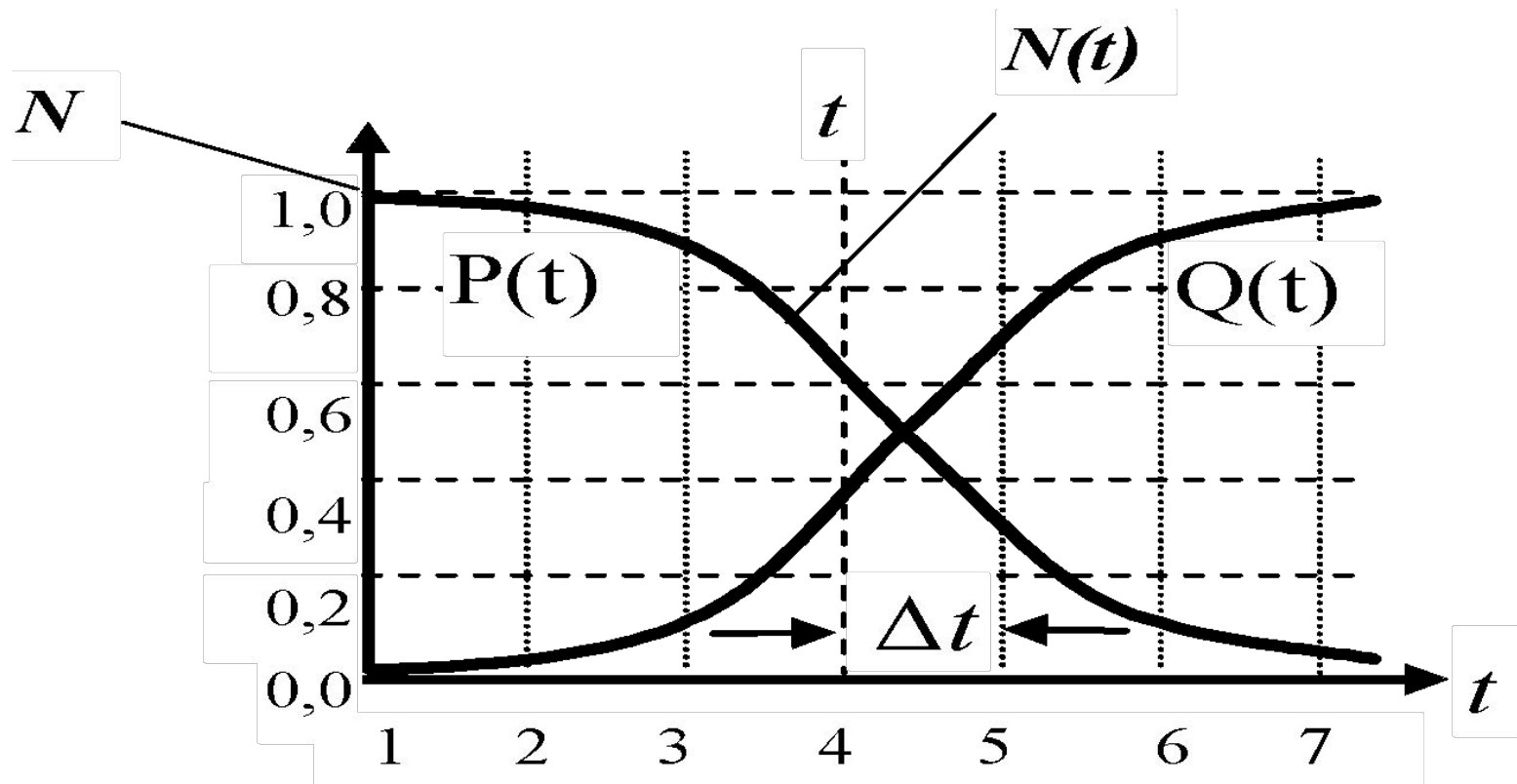
След като разполагаме с този брой можем да изчислим и $P(10\ 000)$:

$$P(10\ 000) = 95/100 = 0,95$$

Вероятност за отказ $Q(t)$

$$Q(t) = W\{T \leq t\}$$

Съотношения



Начин на пресмятане

$$Q(t) \approx \frac{N - N(t + \Delta t)}{N},$$

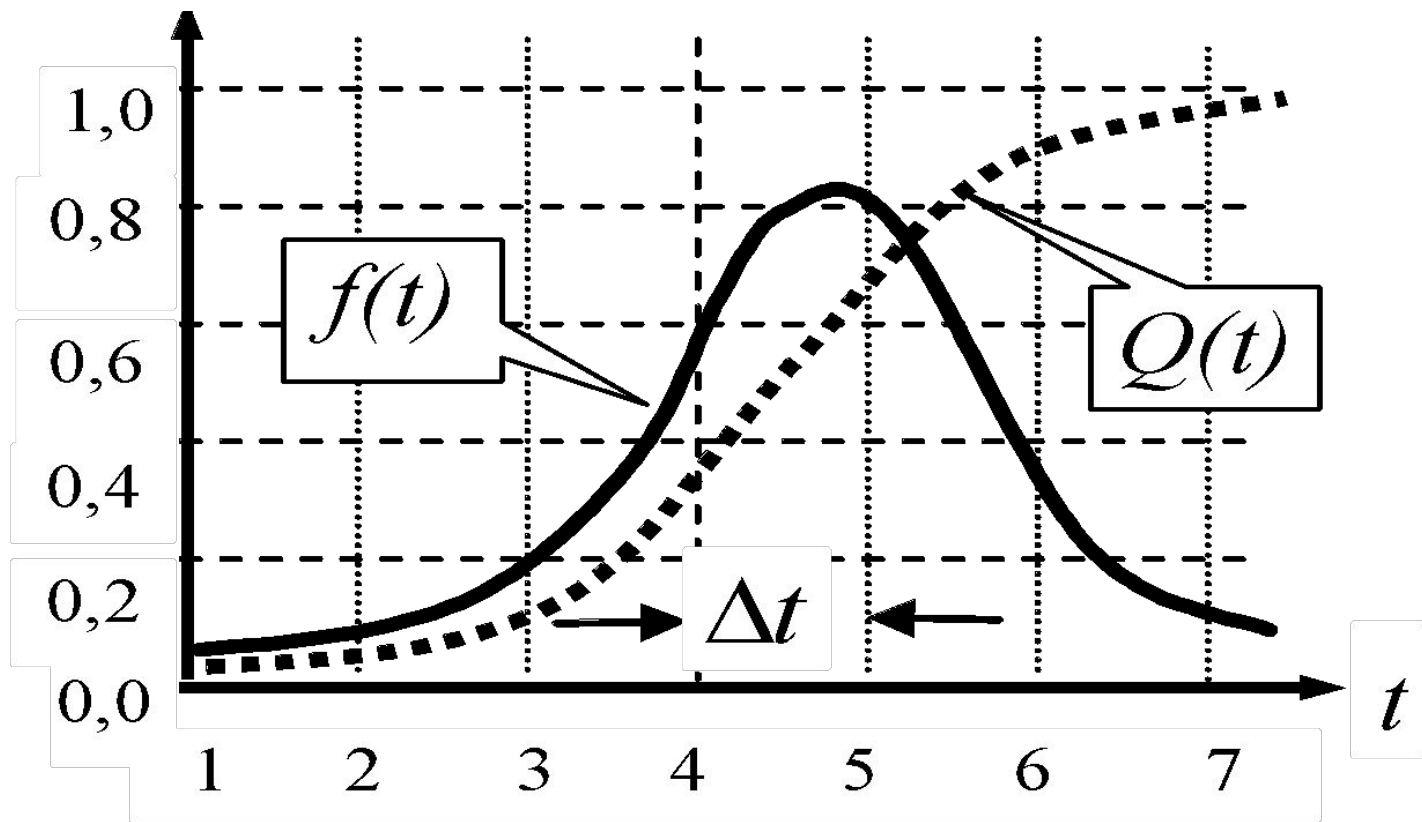
$$\lim_{N \rightarrow \infty, \Delta t \rightarrow 0} \frac{N - N(t + \Delta t)}{N} = Q(t)$$

$$P(t) + Q(t) = 1$$

Плътност на разпределението на обработката до отказ $f(t)$

$$f(t) \approx \frac{N(t) - N(t + \Delta t)}{N \cdot \Delta t}$$

$$f(t) = \lim_{N \rightarrow \infty, \Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta Q(t)}{\Delta t} = \frac{dQ(t)}{dt} = \frac{d[1-P(t)]}{dt} = -\frac{dP(t)}{dt}$$



Интензивност на отказите

$\lambda(t)$

$$\lambda(t) \approx \frac{N(t) - N(t + \Delta t)}{N(t) \cdot \Delta t}$$

Да предположим, че наблюдаваме 100 мобилни телефонни апарата от една фирма и една и съща серия. При това приемаме, че те не се ремонтират и не се подменят с нови. Нека отчитаме тяхното надеждно състояние през $\Delta t = 1000$ часа. Ако в началния период след 1000 h работа 2 от тях са отказали, то по (2.5) се получава:

$$f(t) = \frac{100 - 98}{100 \cdot 1000} = 0,02 \cdot 10^{-3} \text{ 1/h}$$

Тъй като за $t = 0$ $N(t) = N$, по (2.9) за интензивността на отказите може да се намери същата стойност $\lambda(t) = f(t) = 0,02 \cdot 10^{-3} \text{ 1/h}$.

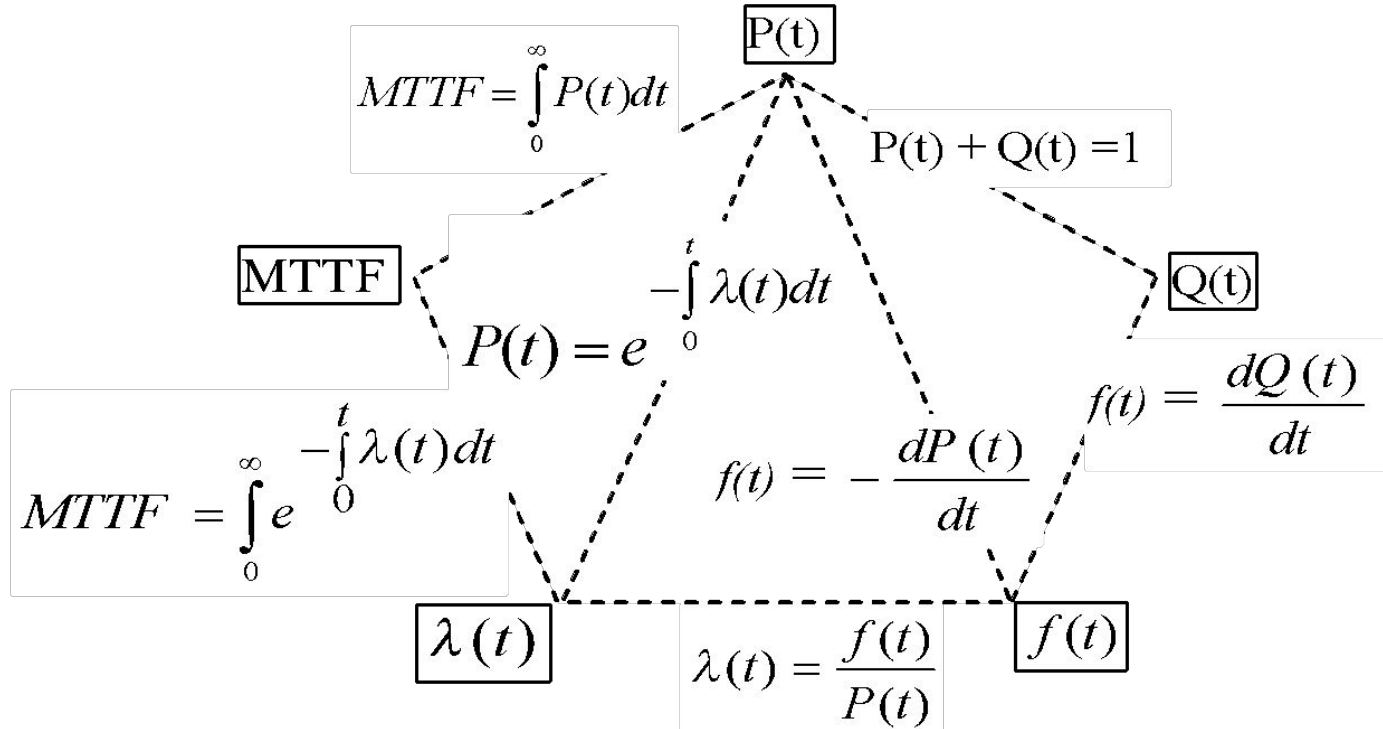
Да приемем, че след 20 000 h работа са останали изправни 40 апарата. Нека след още 1000 часа изправните са 38 апарата. Сега честотата е същата

$$f(t) = \frac{40 - 38}{100 \cdot 1000} = 0,02 \cdot 10^{-3} \text{ 1/h,}$$

но интензивността $\lambda(t) = \frac{40 - 38}{40 \cdot 1000} = 0,05 \cdot 10^{-3} \text{ 1/h}$ е нараснала 2,5 пъти.

Вижда се, че докато за честотата на отказите $f(t)$ е без значение колко са отказалите до разглеждания момент обекти, важното е колко са отпаднали в Δt , то за $\lambda(t)$ определящо е как се е съхранило качеството им през изтеклото време t . Ако много от обектите са отказали, то и интензивността е голяма.

Средна отработка до отказ

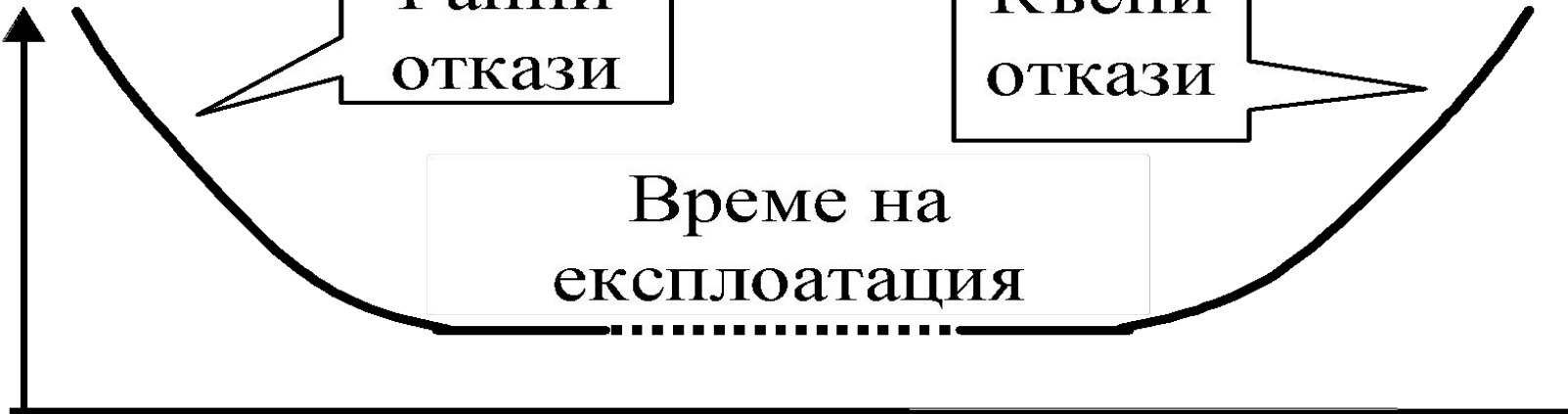


$\lambda(t)$

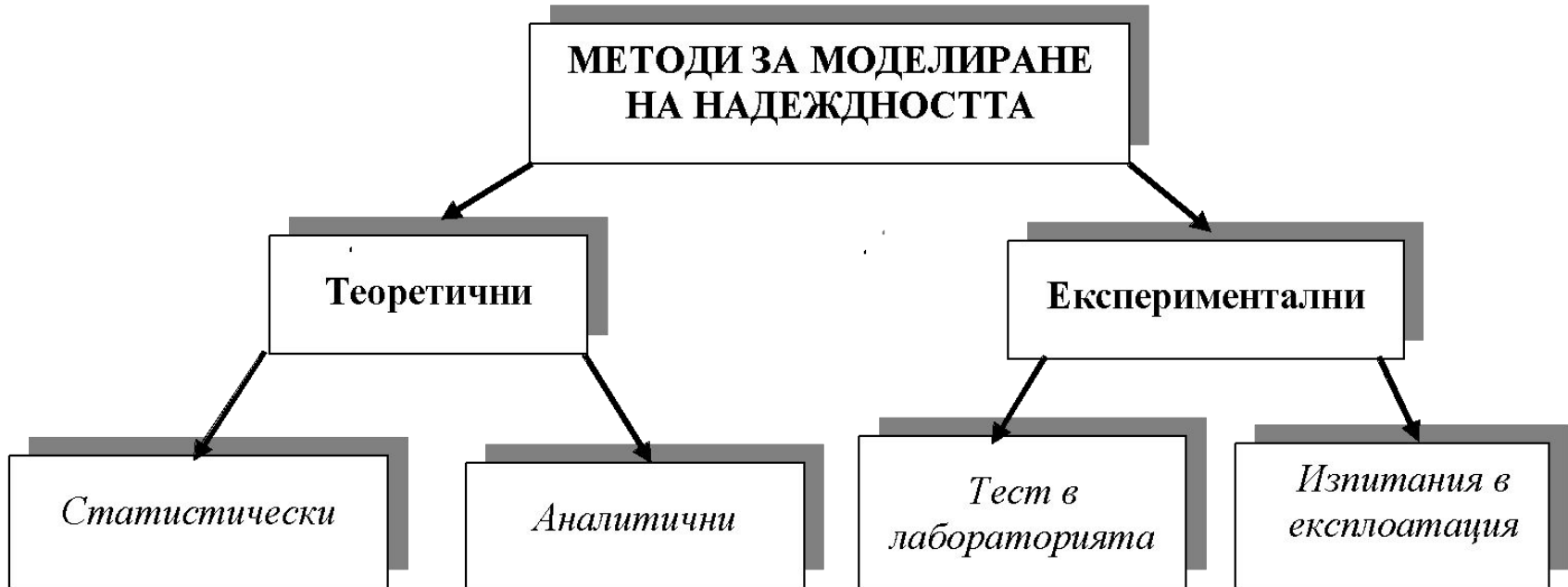
Ранни
откази

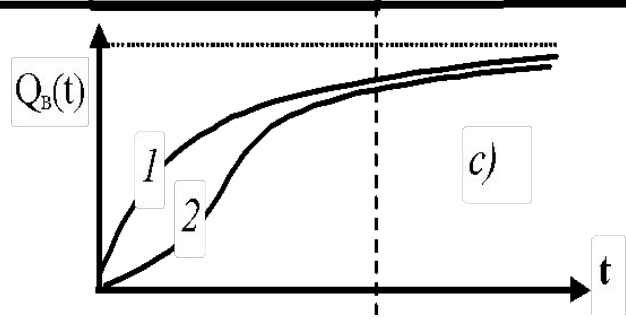
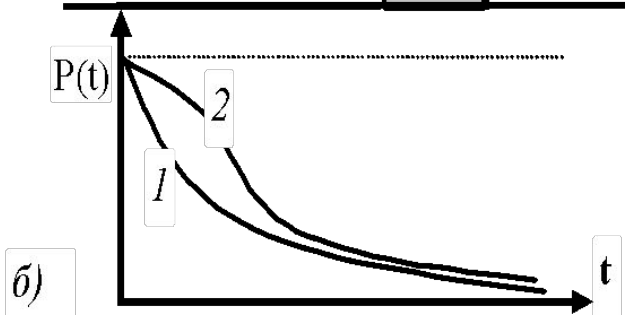
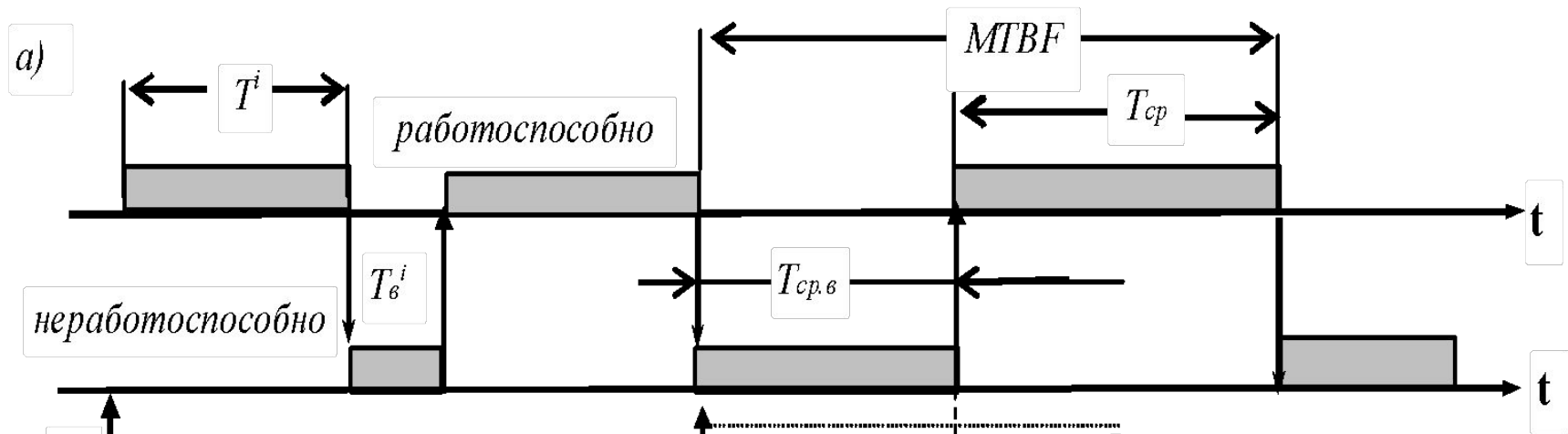
Късни
откази

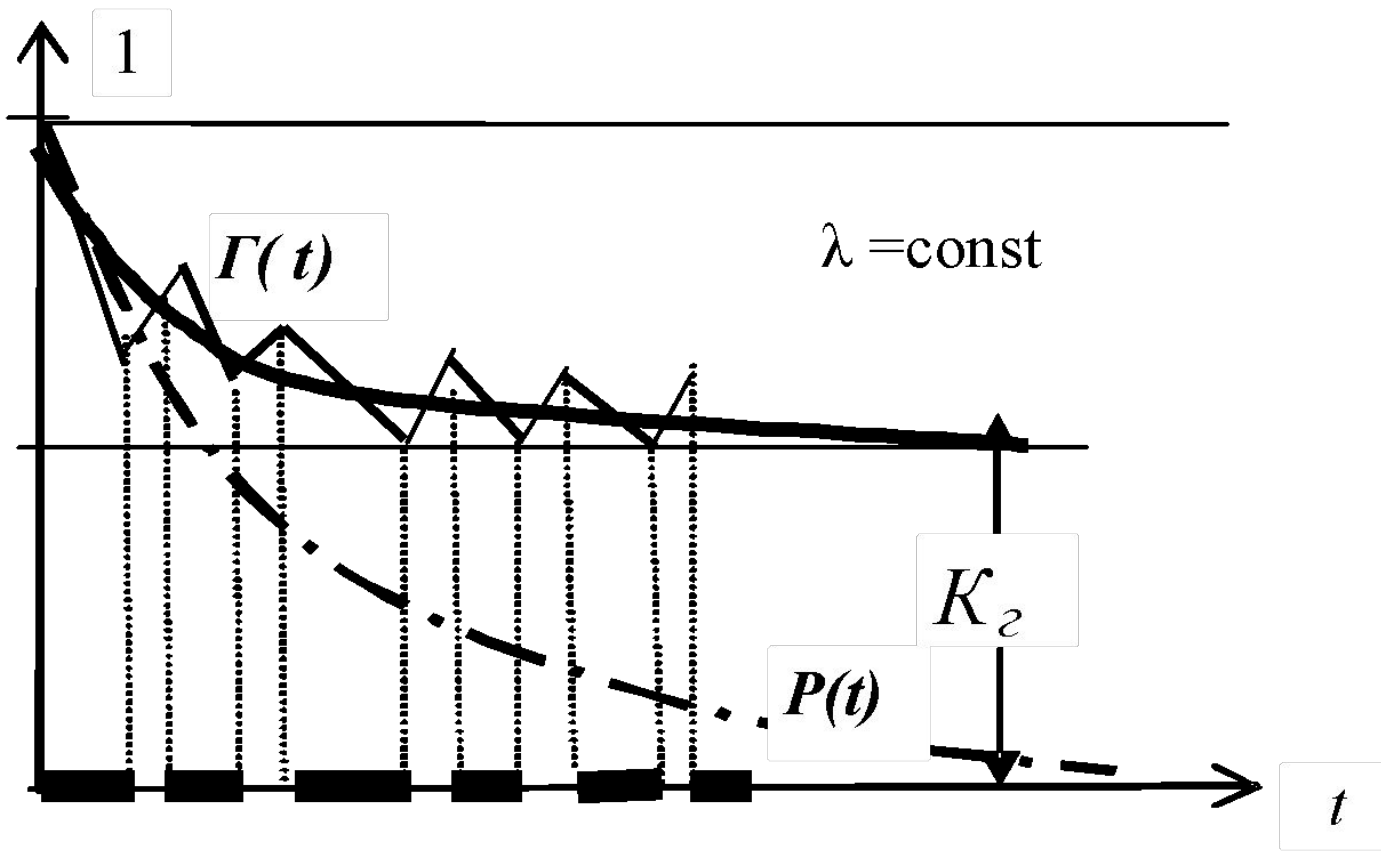
Време на
експлоатация

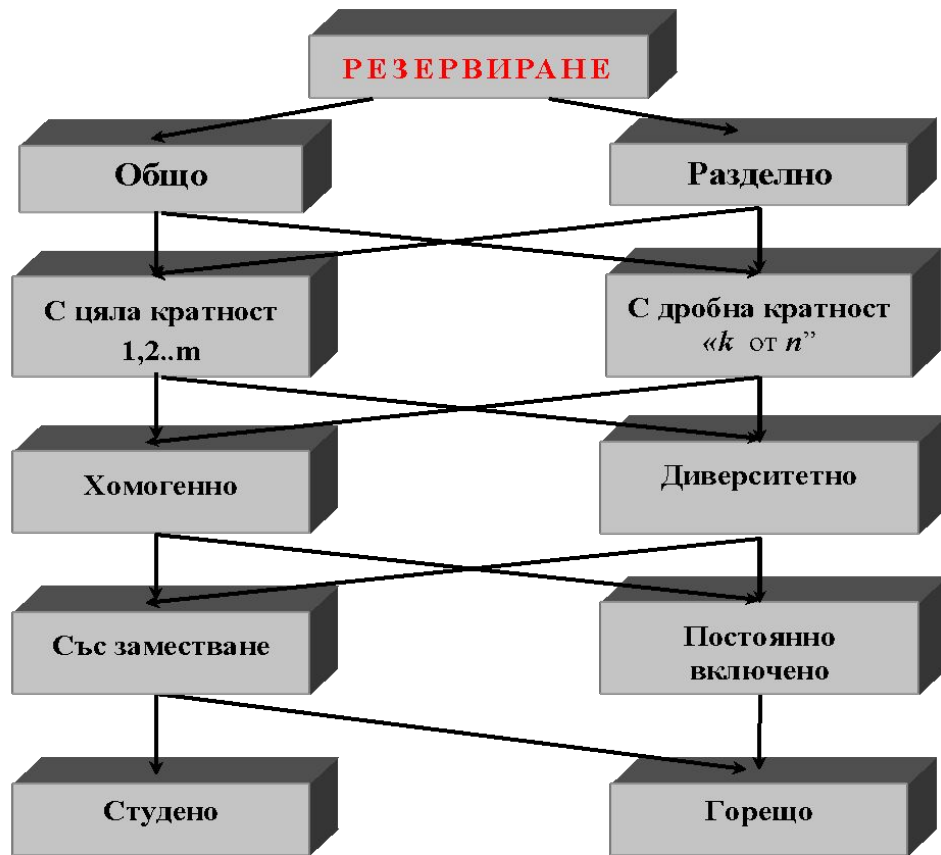


МЕТОДИ ЗА МОДЕЛИРАНЕ НА НАДЕЖДНОСТТА









БЛАГОДАРЯ ЗА
ВНИМАНИЕТО