

МОДУЛ 1: *НАДЕЖДНОСТ НА ХАРДУЕРА*

ТЕМА: КОНТРОЛ И ОЦЕНКА НАДЕЖДНОСТТА НА ХАРДУЕРА

Обща характеристика на методите за контрол на надеждността
Методи за оценка надеждността на хардуера

МОДУЛ 2: *НАДЕЖДНОСТ НА СОФТУЕРА*

ТЕМА: ОСНОВНИ ПОНЯТИЯ И ПОКАЗАТЕЛИ НА НАДЕЖДНОСТТА НА СОФТУЕРА

Проблеми при осигуряване надеждността на сложни информационни системи

Общи положения

Направления на развитие на надеждността на системи

1. Разработка на модели и методи за анализ надеждността на системи
2. Подготовка на изходни данни за системни модели на надеждността
3. Управление на надеждността на основата на изпитване и експлоатация
4. Автоматизация на анализа на надеждността



Вибростенд за създаване на вибрации



Ударен стенд



Барокамери за изменение на налягането

Общи положения

Общи положения на анализа на надеждности

В развитието на надеждността ясно се разделят четири основни направления:

1. Разработка на модели и методи за анализ надеждността на системи

Моделите за анализ на надеждността се дели на два класа:

- динамични, когато протичащите събития, откази се разглеждат като процеси, развиващи се във времето
- статични, в които състоянията на системите се определят с набор от работоспособни и неработоспособни елементи в момент от време t .

2. В рамките на динамичните модели се прилага:

- моделиране на системи с марковски, полумарковски процеси
- методи на теорията на възстановяването, полумарковски и регенериращи процеси (основно се използват асимптотични резултати или за системата в цяло, или за отделни резервирани звена)
- статистическо имитационно моделиране (Монте Карло)

3. В рамките на статичните модели анализът на надеждността асе провежда по следните методи:

- методи, използващи основни формули на теорията на вероятността (вероятност на суми и произведения на събития, формула за пълна вероятност) и комбинаторика; Използва се за последователно-паралелни, паралелно-последователни структурни надеждностни схеми и схеми m от n
- методи, базирани на записване на логическите условия, чрез състоянията на елементите на системите със следващо използване на теорията на алгебрата на логиката (лагико-вероятностни методи, използвани в дървета на отказите, схеми на функционална цялостност, блокови схеми на надеждност)

Общи положения

Общи положения на анализа на надеждности

4. Подготовка на изходните данни за системни модели на надеждност:

- прогнозиране на безотказността, включващо пресмятането на надеждността на елементната база на основата на физиката на отказите на елементите и статистически изпитвания
- прогнозиране на ремонтируемост, т.е. определени средни времена на възстановяване за стандартни операции на обслужване и ремонти
- анализ на видовете, последствията и критичността на отказите, в процеса на който се проявяват възможните типове откази на елементите, техните честотни характеристики, степен на влияние на тези откази на системата в цяло

5. Управление на надеждността на системите при изпитване и експлоатация:

- разработка на методи и организация на определителни и контролни изпитвания на надеждност
- провеждане на изпитвания с цел отработка на ресурс
- организация на ускорени изпитвания на надеждност
- статистически анализ на функцията на разпределение на времето на работа до отказ и времето на възстановяване
- статистическа оценка на показателите на надеждност по резултатите от изпитване и експлоатация и следваща корекция на проектното решение
- Обосноваване и корекция на сроковете и обема на техническо обслужване, персонал, осъществяващ ремонта

Общи положения

Методи за контрол на надеждността

Изпитване на ЕИ – експериментално определяне стойностите на параметрите и показателите на качество в процеса на функциониране или при имитация условията на експлоатация, или при възпроизвеждане на въздействия на ЕИ по зададена програма.

Провеждането на изпитване на изделия на електронната техника е необходимо за контрол на качеството, за прогнозиране и оценяване на надеждността им.

Основна цел – получаване на информация за състоянието на изпитваното изделие. Тази информация после се използва за решаване на различни задачи, в това число и за оценка на показателите на надеждност.

Статистическата информация може да се използва за потвърждаване на достигнато ниво на вероятност на функционалните откази за отказоустойчиви многофункционални ЕИ.

Изпитването е сложна организационно-техническа система с основни елементи: човек, изпитвани образци, изпитателно оборудване, контролно-измервателно оборудване.

До 40% от възможните конструктивни откази и дефекти могат да се определят само от резултатите от изпитване. Провеждане то на различни видове изпитване е едно от най-важните условия за осигуряване на надеждността на ЕИ.

Характеристиките на надеждност могат да се проверяват както при провеждане на изпитване за проверка на други свойства, така и при самостоятелни изпитвания на надеждност.

Общи положения

Организация на изпитванията на надеждност

Изпитване на надеждност – експериментално определяне на количествените показатели на надеждност на ЕИ по установена програма, която предвижда броя на изпитваните образци, продължителността на изпитване и изпитваните режими на работа на изделието. Много и продължително скъпо изпитване и с наличие на голям брой образци

Изпитвания се провеждат на всички етапи от жизнени цикъл а ЕИ. На всеки етап както броя на провежданите изпитвания, така и броя на оценяваните характеристики се различават съществено.

По условията на провеждане изпитванията се разделят на лабораторни (стендови) и натурни изпитвания. Външните фактори оказват различно въздействие на честотата на поява на откази

Причина за отказ	Разпределение на отказите по обекти			Сумарен % по причини за отказа
	Блокове на апаратурата	апаратура в цяло	апаратура в състава на изделието	
Производствена	22	11	1	34
Схемно-конструктивни	17	20	3	34
Откази на комплектуващи елементи	10	8	1	19
Експлоатационни	2	5	0	7

Общи положения

Организация на изпитванията на надеждност

Основни фактори, влияещи на появата на откази:

- въздействие на вибрации;
- въздействие на повишена и понижена температура, циклично изменение на температурата;
- въздействие на повишена влажност

Последователност на изпитванията:

- стендови изпитвания на блоковете на съставните части;
- стендови изпитвания на съставните части;
- стендови изпитвания на изделията;
- натурни изпитвания на изделията.

В съответствие с нормативно-техническата документация съвкупността отделни видове изпитания на ЕИ и техните съставни части, изхождайки от предназначението, времето и нивото на провеждане образуват съответната категория изпитвания. Изпитванията на надеждност се включват в качеството на отделен вид изпитване в съответната категория.

По целите и задачите както категориите изпитвания, така и отделните видове изпитвания се подразделят на определителни и контролни.

Общи положения

Организация на изпитванията на надеждност

Категории изпитвания на стадий разработка:

- изследователски;
- предварителни;
- приемателни.

Категории изпитвания на стадий серийно производство:

- квалификационни;
- приемо-предавателни;
- периодични;
- типови;
- сертификационни.

Категории изпитвания на стадий експлоатация:

- експлоатационни;

В състава на всяка категория се включват определен вид изпитвания и проверка на техническите параметри на ЕИ – “обем изпитвания”. В обема изпитвания се включват видовете по всяка категория, в частност изпитвания по проверка на функционирането на ЕИ в съответните условия – якост, устойчивост на въздействие на външни и вътрешни въздействия на механични, топлинни натоварвания, климатични фактори (температура, влага, роса и др.) и други (радиационни, биологични) въздействия. По резултатите се извършва оценка на показателите на надеждността и проверка на съответствие с изискванията.

Общи положения

Организация на изпитванията на надеждност

Особености на изпитване на безотказност:

- провежда се на всички стадии от жизнения цикъл;

- За проверка на съответствие;

- Специализирано изпитвателно оборудване (въздействия на удар, вибрация, температура, влага и др.);

- Методи за съпоставяне на резултатите с необходимите стойности на показателите (едностранен доверителен интервал; двустранен доверителен интервал; сравнение на точкови оценки и дисперсия; последователен метод);

Особености на изпитване на ремонтпригодност:

- Хронометраж на загубата на време за извършване на операции по възстановителна работа;

- Оценка на резултат с разчетно-експериментални методи;

- Необходими повече от един образец;

- Нецелесъобразно е провеждането им през етапа на серийно производство и експлоатация

Общи положения

Организация на изпитванията на надеждност

Особености на изпитване на безотказност:

- провежда се на всички стадии от жизнения цикъл;

- За проверка на съответствие;

- Специализирано изпитвателно оборудване (въздействия на удар, вибрация, температура, влага и др.);

- Методи за съпоставяне на резултатите с необходимите стойности на показателите (едностранен доверителен интервал; двустранен доверителен интервал; сравнение на точкови оценки и дисперсия; последователен метод);

Особености на изпитване на ремонтпригодност:

- Хронометраж на загубата на време за извършване на операции по възстановителна работа;

- Оценка на резултат с разчетно-експериментални методи;

- Необходими повече от един образец;

- Нецелесъобразно е провеждането им през етапа на серийно производство и експлоатация

Общи положения

Организация на изпитванията на надеждност

Особености на изпитване на дълготрайност (ресурсно) и на съхраняемост:

продължителни и с икономически загуби;

провеждат се през последния етап на стадия на разработка на опитни образци или през стадия на експлоатация;

провеждат се в натурни и в лабораторни условия;

през стадия на разработка се прави проверка за запазване на работоспособност:

- транспортиране с различен транспорт;

- съхранение в различни условия;

- ресурс в нормални условия и при въздействие на установени външни фактори (механични, климатични и др.).

формира се модел на провеждането на изпитанието – последователност на проверка на показателите;

Използват се ускорени методи на изпитване

Общи положения

Модели на провеждане на ускорени изпитвания

Формиране на модел на провеждане на ресурсни изпитвания:

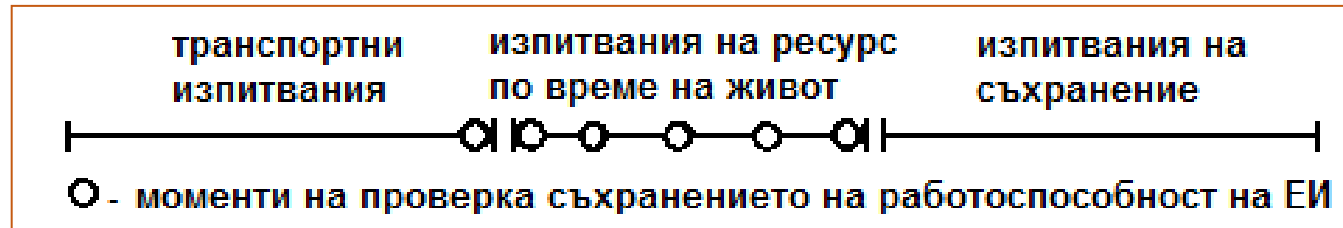
Определя се последователност на проверка на различни видове показатели за дълготрайност и съхраняемост на едно ЕИ.

За всеки тип ЕИ могат да се формират достатъчно голям брой модели на провеждане на изпитвания.

Най-тежки, максимално възможни режими, както по ниво на външните въздействия, така и по продължителност на тяхното въздействие, се провеждат през стадия на разработка на ЕИ.

Необходимият брой реализации на приетия модел се определя, като се изхожда от установените стойности на показателите на безотказност за ЕИ и необходимата доверителна вероятност.

За определяне на необходимия обем изпитвания и брой на изпитваните ЕИ се прилагат методите използвани при изпитване на безотказност.



Модел на изпитване

Общи положения

Модели на провеждане на ускорени изпитвания

Формиране на модел на провеждане на ресурсни изпитвания:

➤ използва се твърдението: "Надеждността на ЕИ в условия Е зависи от количеството вече отработен ресурс в миналото и не зависи от това как той е отработен".

➤ R - ресурс на ЕИ

където t- отработен ресурс в условия Е;

R(t,E) – вероятност за безотказна работа; $\lambda(t,E)$ -интензивност на отказите или параметър на потока на отказите

➤ Параметрите на ресурса удовлетворяват следните изисквания:

✓ Ресурс, отработен за време $t = 0, R(0, E) = 0$.

✓ Ресурсът удовлетворява изискването за адитивност

където ресурсът изразходван за време $t = t_i - t_{i-1}$,

(n – брой интервали) е $R(t_{i-1}, t_i) = \lambda(t, E) dt$

✓ При независимост на скоростите за изразходване на ресурсите в различни условия граничната стойност на параметъра на ресурса на ЕИ удовлетворява

условието $R_0 = \sum_{i=1}^m R_i(t_i, E_i)$, където $R_i(t_i, E_i)$ е стойност на параметъра на ресурса на i-тия

показател при E_i условия; R_i – установена стойност на параметъра на ресурса определена с ур. (1), при условие, че $R(t, E) = P_0$ (P_0 - необходимата стойност на вероятността за безотказна работа)

$$R(t, E) = -\ln P(t, E) = \int_0^t \lambda(t, E) dt, \quad (1)$$

$$R(t, E) = \sum_{i=1}^n R(t_{i-1}, t_i),$$

Общи положения

Модели на провеждане на ускорени изпитвания

Формиране на модел на провеждане на ресурсни изпитвания:

➤ Ускорените методи се базират на условието за сумиране на повреждането. Ако е изпитана извадка в условия E_0 за време t , а след това изделието, запазило работоспособността си се подлага на ускорен режим в E_1 до пълно износване, то:

$T(E_0)$ и $T(E_1)$ са средни стойности на граничния ресурс на i - вид ЕИ в условията E_0 и E_1
(2) средните стойности на проверявания

$$\frac{M\left[a \leq \frac{t}{E_0}\right]}{T(E_0)} + \frac{M\left[a \geq \frac{0}{E_1}\right]}{T(E_1)} = 1,$$

показател в условия E_0 и E_1 са:

➤ Доказана е теоремата: Необходимо и достатъчно условие ур.(2) да е инвариантно е инвариантността на израз (3)

➤ Като се знае значението на инварианта $K(E_1, E_0)$, може да се проведат ускорени изпитвания в условия E_1 . При провеждане на ускорени изпитвания в условия E_1 трябва да се осигури равенство на вероятностите за безотказна работа в условията E_0 и E_1 .

$$K(E_1, E_0) = \frac{T(E_0)}{T(E_1)}$$

➤ Инвариантите (3) са статистически поправъчни коефициенти, отчитащи влияние то на различни видове въздействия (температура, вибрации и т.н.), а също коефициенти, отчитащи влиянието на условията на експлоатация на ЕИ върху стойностите на интензивността на отказите и параметъра на потока на отказите.

Общи положения

Модели на провеждане на ускорени изпитвания

Методи за откриване на дефектни изделия:

❖ **Ускорени ресурсни изпитвания (ALT)** – симулация на пределни (гранични) въздействия (при транспорт, съхранение и експлоатация)

- За определяне на закономерности за образуване на съществени дефекти, възникващи през жизнения цикъл
- Оценка на периода, през който дефектите вероятно се проявяват
- Първа част на изпитванията – условия на транспорт и съхранение. Втора част – въздействия в средата на експлоатация
- Първи са най-тежките въздействия
- Мониторинг през времето на изпитване
- Не удовлетворяват напълно производителя – загуба на време и не влияят на надеждността на миналото изпитване

❖ **Ускорени стресови изпитвания (AST)** – симулация на най-бързо проявяващи се потенциални дефекти и тяхното отстраняване

- Последователност от кратки, но превишаващи граничните нива на въздействие на имитираните фактори на околната среда
- Базиран на “линейно сумиране на поврежданията”
- Цел- инициране на процеси на образуване на потенциални дефекти и най-бързото им проявяване
- Провеждане – етапите на разработка и производство, при извадков и пълен контрол

Общи положения

Цел и приложение на ускорени тестове за надеждност

1. **Установяване на грешки при проектиране.** Елиминиране или намаляването им чрез резервиране, по-добро проектиране, идентифициране на компоненти и т.н.
2. **Сравнения.** Избиране сред конструкции, компоненти, доставчици, нормални условия на работа, тестови процедури и т.н.
3. **Идентифициране на производствени дефекти.** Елиминирането им чрез по-добро производство, компоненти, burn-in и т.н. Оценка на подобряването на надеждността чрез елиминиране или редуциране на определени видове откази.
4. **Оценка на други променливи величини.** Оценка колко много конструкцията, производството, материалите, експлоатацията и др. променливи въздействат на надеждността. Оптимизиране на надеждността по отношение на тях. Решение кои от тях да се контролират. Измерване на надеждността. Оценка на гаранционни и сервизни разходи, честоти на откази, MTTF, скорост на деградация и т.н. Удовлетворяване на изискванията на клиенти за ускорени измервания. Използване като маркетингова информация.
5. **Демонстриране на надеждност.** Показване че надеждността на продукта превъзхожда спецификацията на клиентите.
6. **Условия на работа.** Усъвършенстване на връзката между надеждността (или деградацията) и условията на работа. Избор на условия на работа.
7. **Политика на сервизна дейност.** Решаване кога да се контролира, обслужва или заменя и колко много резервни части и и замени да се произведат и да се осигурят на склад. Service policy. Частите, трябва да се тестват при ускорени условия, когато се получават неочаквани проблеми в сервизната дейност.

Общи положения

Цел и приложение на ускорени тестове за надеждност

Някои тестове са приложими само за компоненти, докато други могат да се използват за по високи нива на асемблиране.

Малко тестове са приложими и за двете, като при моделиране се прави допускане, при което моделите за различни.

Няма универсален аналитичен модел, оценяващ живота на сложни изделия или системи – моделите описват изменението на физическите механизми, свързани със специфичните характеристики на материалите.

Включва тестови методи за скъсяване живота на продуктите или ускоряване на деградацията на работата им. Целта е бързо да се получат данни за моделиране и анализиране, доставяне на желаната информация за живота на продукта или работата му при нормални условия на експлоатация. Съхранява се много време и пари.

Общи положения

Видове натоварване при изпитване на надеждност

Методи на ускорение за получаване на данни за време на работа до отказ

➤ *usage rate acceleration (URA)* –

ускоряване степента на използване

➤ *overstress acceleration (OA)* –

съкращаване времето на живот или по бързо деградиране на работата

Стрес

-Термоцикли

-Влага

-Вибрация

-Комбинация на горните

Видове ускорени изпитвания по предназначение:

Ускоряващите фактори се използват един по един или в комбинация, което включва:

- Циклично включване на захранването
- По-високи нива на вибрация
- Висока влага
- Термични цикли
- Високи температури
- Механично натоварване

На материали:

Метали

Пластмаси

Диелектрици и изолатори

Керамики

Адхезиви

Гуми и еластични материали

Защитни покрития и бои

На материали:

Метали

Пластмаси

Диелектрици и изолатори

Керамики

Адхезиви

Гуми и еластични материали

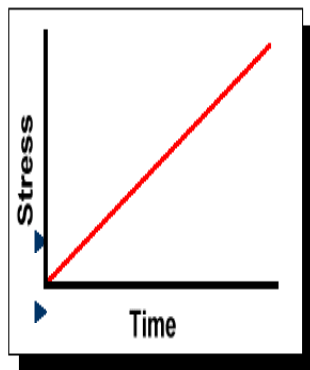
Защитни покрития и бои

Общи положения

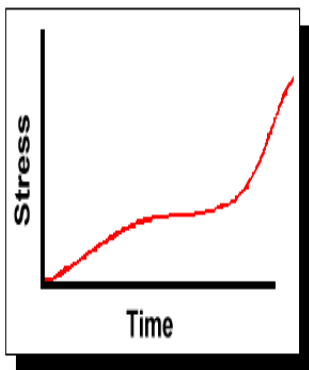
Видове натоварване при изпитване на надеждност

Видове натоварване:

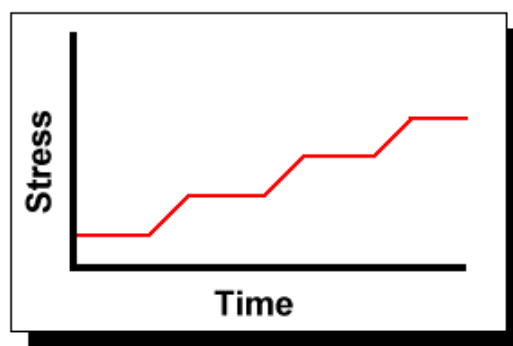
- Екстраполацията от добре изпълнен тест е по-точна
- **Натоварването се променя с времето** – модел с натрупване на повредите (*Cumulative Damage Model*)



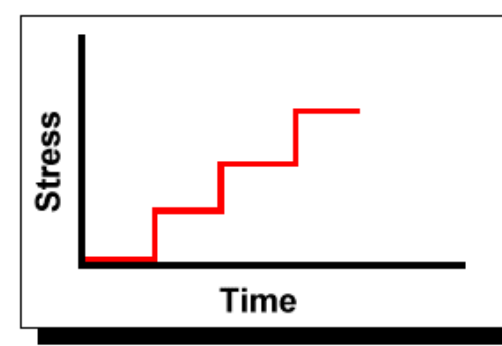
Графично представяне на модела на непрекъснато повишаващо се (или прогресивно) натоварване



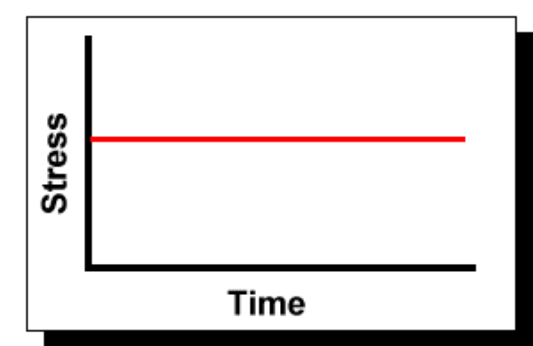
Графично представяне на модела на изцяло зависимо (произволно променящо се) от времето натоварване



Графично представяне на модела на стъпаловидно изменящо се натоварване



Графично представяне на модела на триънообразно изменящо се натоварване



Графично представяне на зависимостта на времето от постоянното натоварване

Общи положения

Цел и приложение на ускорени тестове за надеждност

➤ **Методика HALT** (Highly Accelerated Life Test) – **откриване и последващо поправяне на слаби звена в ЕИ на етап проектиране**. За разлика от изпитванията за съответствие на техническите характеристики, то е предназначено за откриване на дефекти. Използва външни въздействия - вибрация, циклично нагряване и охлаждане, термообработка, повишено напрежение, влажност и други фактори (включително натоварвания, възникващи в реални условия на експлоатация). Натоварването се повишава постепенно до ниво, значително превишаващо реалните условия на експлоатация – съкращава се времето на проявяване на слабите места. Съществено повишава средното време до отказ (MTBF) – в диапазон 5–1000 пъти.

➤ **Методика HASS** (Highly Accelerated Stress Screen — **ускорен извадков контрол**) е средство, установяващо причините за възникване на технологични дефекти в процеса на производство. Натоварващите нива превишават стойностите дадени в спецификацията на ЕИ и съответстват на стойностите, определени в хода на предшестващото HALT-тестване

➤ В двете методики се използват натоварвания, значително превишаващи нивата на нормални работни условия. Като правило, не се препоръчва да се провежда HASS-тестване без изпитване по пълна програма на HALT-тестване.

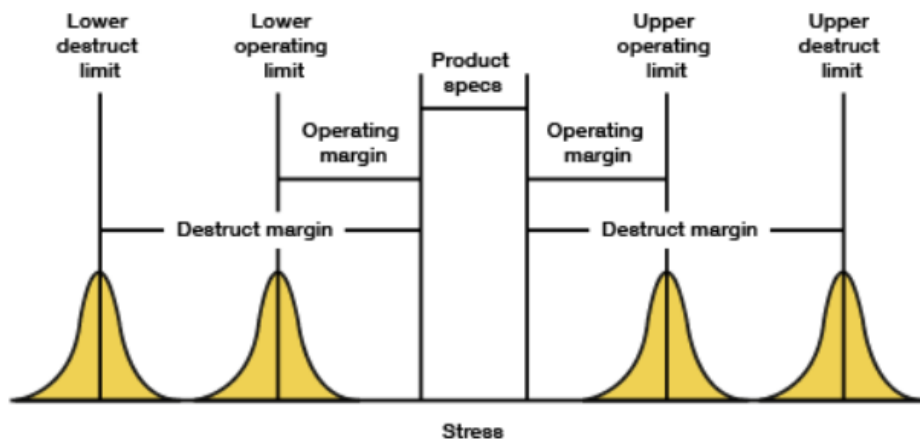
Общи положения

Технология на ускорени изпитвания HALT/HASS и HTOL

Разпределение на откривани при проектиране дефекти с HALT технология, според вида на тестовото изпитване



Камера за провеждане на HALT & HASS



Lower destructive limit - долен предел на разрушение
 Lower operating limit - долен предел на експлоатация
 Operating margin - граница на работен режим
 Upper operating limit - горен предел на експлоатация
 Upper destructive limit - горен предел на разрушение
 Destructive margin - граница на разрушение
 Stress - натоварване

Граници на работни режими и граници на разрушение



Провеждане на HALT-изпитване

Общи положения

Технология на ускорени изпитвания HALT/HASS и HTOL

Ускорено изпитване High Temperature Operating Test-HTOL (burn-in)

- ❑ Стандартните HTOL изпитвания не трябва да се използват за прогнозиране на интензивността на отказите, защото дават ниска оценка (множество механизми на откази и ограничение за нулеви откази)
- ❑ В производствената практика времето на живот на ИС (и електронните компоненти) се определя по резултатите от статичната или динамичната електро-темотренировка, като най широко се разпространени два варианта:
 - при пределни електрически натоварвания (обикновено 30% от номиналното) и пределна температура (125V150°C), при време на изпитване в цяло не повече от 1000 ч.(HTOL, метод 1005, 1006 по MIL-STD 883C) ;
 - при температури, физически допустими от конструкцията на ИС (200V300°C), с продължителност 48V100 ч. и повече (максимално 1000 или 4000 ч.), - високотемпературно стареене.

Надеждност на софтуера

Постановка на задачата

Надеждността на сложния софтуер съществено се различава от надеждността на хардуера. Носителите на данни (файлове, сървър и др.) са високо надеждни, записите върху тях могат да се съхраняват дълго време без разрушаване, тъй като те не се подлагат на физическо унищожаване

1. Под процес на осигуряване на която и да е характеристика се разбира възможност за оценка на получения резултат
2. Измерване (оценка) на надеждността на софтуера – определяне на един или няколко показателя на надеждност

История на въпроса:

Интересът към измерването на надеждността на софтуера възниква едновременно с появата на програмите. Бил е предприет опит да се получи традиционна вероятностна оценка на надеждността на софтуера, като за отделна техническа система, с подходите на класическата надеждност.

Теория на надеждността на софтуера (Software Reliability Engineering)

Надеждност на софтуера

Постановка на задачата

Теория на надеждността на софтуера (Software Reliability Engineering)

Надеждност - набор от атрибути, които определят способността на софтуера да преобразува изходните данни в резултати при условия, които зависят от периода на времето на живот (износването и стареенето не се вземат предвид).

Надеждността е вероятност, че софтуерът ще изпълнява своята функция по предназначение в предвиденото време при установени условия на околната среда.

Намаляването на надеждността на софтуера се дължи на грешки в изискванията, проектирането и изпълнението. Отказите и грешките в програмите се появяват в даден период от време.

Процесът на разработка на софтуер и методите за оценка на продуктите са стандартизирани (ISO / IEC 12207, 15504, 9126 и др.). Всичко това помага за повишаване на ефективността на проектиране, тестване, прогнозиране на надеждността и оценка на качеството на софтуера.

Нов софтуерен проект се разработва за 1-2 години и се развива за 6-7 години. 61% от средствата се изразходват за поддържане на проекта срещу 39% от средствата за неговото разработване.

Надеждност на софтуера

Software Reliability Engineering

Надеждността е един от основните проблеми на съвременните софтуерни системи и нейната роля непрекъснато ще се увеличава, тъй като изискванията за качеството на компютърните системи непрекъснато се увеличават.

Новото направление Софтуерна надеждност (Software reliability engineering) е ориентирано към количественото изучаване на операционното поведение на системните компоненти по отношение на потребителя, очакващ надеждна работа на системата и включва:

- измерване на надеждността, т.е. провеждане на количествената ѝ оценка, с помощта на прогнозиране, събиране на данни за поведението на системата в процеса на експлоатация и съвременни модели за надеждност;
- стратегии и метрики за проектиране и подбор на готови компоненти, процес на разработване на компонентна система, както и средата на функциониране, която влияе на надеждността на системата;
- прилагане на съвременни методи за проверка, верифициране, валидиране и тестване при разработването на системи, както и при експлоатация.

Верификацията се използва, за да се определи дали готовият софтуер отговаря на установените спецификации, а **валидирането** се използва, за да се установи дали системата отговаря на потребителските изисквания, представени от клиента.

Надеждност на софтуера

Причини за ненадеждност

1. Източници на ненадеждност на хардуера – външни фактори
2. Источник на ненадеждност на програмите – грешки на програмистите през различни те стадии на проектиране
3. Инженери vs Програмисти
4. Истински причини
 - Сложността на софтуера обикновено е по-висока при по-голям е набор от входни данни, повече вътрешни състояния, дълги зависимости между състоянията във времето
 - Хардуерната система се проектира от сравнително неголям брой типови елементи
 - Хардуерните решения се подлагат по-малко на изменения
 - За апаратурата е по-малко взаимното влияние на елементите един на друг
5. Инженерите също правят грешки

Надеждност на софтуера

Фактори, влияещи на надеждността на софтуера

Към факторите, влияещи на надеждността на софтуера се включват:

- съвкупност от заплахи, които водят до неблагоприятни последици и щети върху системата или нейната работна среда;
- заплаха като проява на нарушение на сигурността на системата;
- цялостност като способност системата да поддържа стабилност на работа и да няма риск.

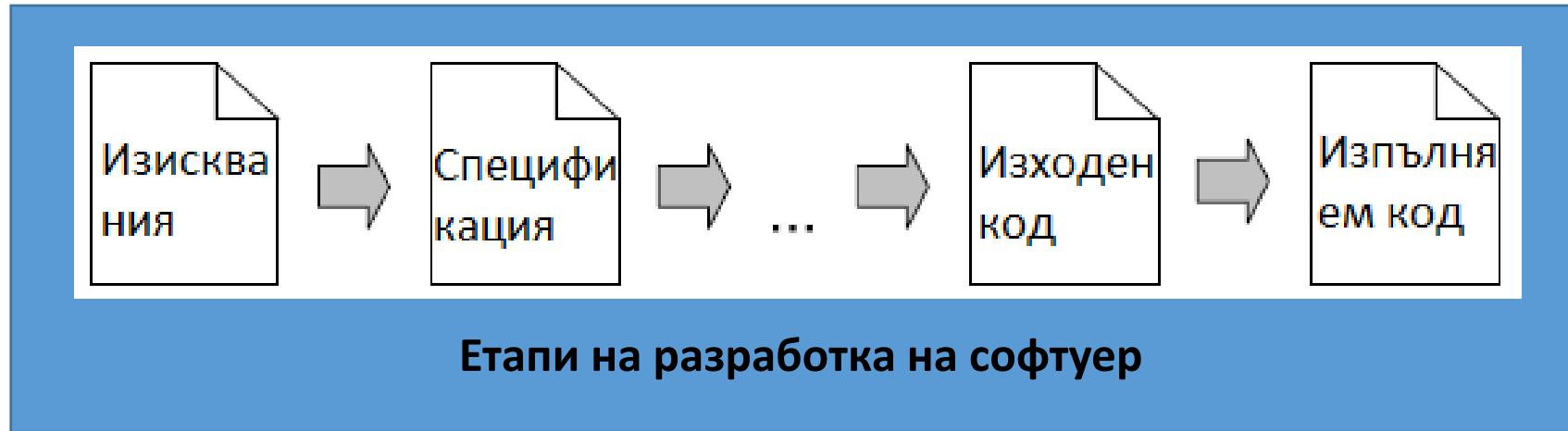
Откритите грешки могат да бъдат резултат от външна заплаха или откази, те увеличават риска и намаляват някои свойства на надеждността на системата.

Надеждността е един от основните проблеми на съвременните софтуерни системи и нейната роля непрекъснато ще се увеличава, тъй като изискванията за качеството на компютърните системи непрекъснато се увеличават.

Надеждност на софтуера

Грешки в програмите

Процес на проектиране на софтуер – преобразуване и детайлизация на различни представяния на програмите



Грешки се въвеждат на различни етапи и присъстват в съответните представяния на програмите (артефакти от процеса на проектиране)

Причина за поява на грешки – високата сложност на проектирането на програмното осигуряване

Надеждност на софтуера

Грешки в програмите

Значителен брой грешки се въвеждат на етапа на кодиране - тези грешки са в изходния код на програмата

Ще разгледаме основно такива грешки



Въпросите за управление на изискванията и формирането на софтуерни спецификации, както и останалите етапи на проектиране са разгледани в други курсове

Надеждност на софтуера

Класификация на грешките

- **Функционални грешки** - нарушения на спецификацията на софтуера (неспазване на функционални или нефункционални изисквания). Води до влошаване на функционалността на софтуера (пригодност, точност)
- **Нефункционални грешки** - нарушения на правилата на език за програмиране, неправилно използване на библиотечни функции и др. Те водят до намаляване на надеждността (зрялост) и влошаване на функционалността (сигурност)
- **Грешки в последователни програми**
- **Грешки при синхронизиране**

Надеждност на софтуера

Примери на програмни дефекти

- ☐ Функционални грешки
- ☐ Нефункционални грешки - в зависимост от езика на програмиране
- ☐ Основните видове нефункционални грешки в последователни програми на C
 - Грешки при използване на неинициализиран, освободен указател или NULL показалец
 - Утечка на ресурси, включително динамична памет
 - Грешно игнорирани участъци от код
 - Грешки при липса на инициализация на интервални променливи
 - Грешки извън границите на статични и динамични обекти
 - Липса на функция за проверка на връщаната стойност
- ☐ Основните видове грешки при синхронизация за програми, използващи библиотеката Pthreads
 - Конкурентна работа с разделяеми обекти на програмата от няколко потока (Race condition) - един от видовете недетерминизъм при изпълнението на програмата
 - Взаимно блокиране на потоците на обекти за синхронизация (Deadlock)
 - Активно блокиране (Livelock), възникващо от невъзможността да се получат всички необходими ресурси

Надеждност на софтуера

Модел на програмен дефект

- ☐ Моделът на грешка в последователна програма представлява една или няколко конструкции, които могат да бъдат изпълнени в определена последователност. Възниква грешка при изграждането на конструкцията на програмата при определени стойности на една или повече променливи. Грешки от различни видове могат да присъства само в определени програмни конструкции
- ☐ Модел за грешка при синхронизация - няколко конструкции, изпълнявани в паралелни потоци (процеси) на програма

Надеждност на софтуера

Жизнен цикъл на програмен дефект

- ☐ Действие на програмист, водещо до грешка (Mistake) - грешка, печатна грешка, незнание или неразбиране на работата извиквани функции
- ☐ Програмна грешка, дефект на програмата (Error, Defect) съвкупност от конструкции в изходния код на програмата, които могат да доведат до неправилни действия
- ☐ Грешка при работа (Fault) - настъпване на условия по време на изпълнение на програмата, при които се извършват неправилни действия
- ☐ Проява на грешка, отказ (Failure) - отрицателно влияние на грешката при работа върху работата на програмата (аварийно завършване, замразяване, подаване на неправилни резултати)

Надеждност на софтуера

Свойства на програмните грешки

Грешки в програмата - величината е ненаблюдаема, наблюдават се не самите грешки, а резултатът от тяхното проявление - - откази

- Надеждността е свързана с честотата на възникване на грешки, но не и с техния брой - различните грешки имат различни честоти на проявяване
- Отказът може да е резултат не от една, а няколко грешки
- Грешките могат да се компенсират взаимно - след коригиране на грешката, интензивността на отказите може да се увеличи
- В резултат на коригиране на грешка или всяко друго изменение се получава нова програма с други показатели на надеждност

Надеждност на софтуера

Фактори влияещи на надеждността

Основни фактори:

- взаимодействие на ПО с външната среда (програмно-апаратни средства, транслятори, ОС). Този фактор е с най-малък дял при съвременното ниво на надеждността на апаратурата, ОС и компилаторите;
- взаимодействие с човека (разработчика и потребител);
- организация на ПО (проектиране, постановка на задачата и начина на достигане и реализация) и качеството на разработването му. Този фактор внася най-голям дял в надеждността;
- тестване.

Надеждност на софтуера

Влияние на външната среда

- ☐ При оценка на надеждността на хардуера
 - За елементите, от които е изготвен хардуера, се знае надеждността, тя се определя на етапа на разработване и производство. Надеждността на елементите се определя чрез проверка на достатъчно голям брой от тези елементи с фиксиране на повредите и отказите
 - Външната среда е естествен източник на ненадеждност, резултатите от два експеримента са независими
 - При същите работни условия влиянието на външната среда върху тестваните елементи ще бъде средно същото
 - Известните характеристики (модели) на надеждност на елементите позволяват да се оцени надеждността на цялото устройство
- ☐ Външната среда причинява неизправности и повреди на софтуера

Надеждност на софтуера

Влияние на външната среда

- ☐ При оценка на надеждността на софтуера
 - За софтуера обикновено е трудно да се извърши разделяне на части (елементи), в общия случай е невъзможно да се измери надеждността на всяка част
 - Паралелното тестване на два екземпляра софтуер ще доведе до почти напълно зависими резултати
 - Паралелното тестване на няколко екземпляра има смисъл само при различни външни, различни входни данни и въздействия, обаче, в този случай е трудно да се оцени корелацията на експериментите и да се обработят получените резултати
 - Броят на всички възможни състояния на околната среда за всяка нетривиална програма е твърде голям, което не позволява да се проведе пълен набор от експерименти
- ☐ Външната среда увеличава броя на възможните състояния на софтуера

Надеждност на софтуера

Изменение на надеждността във времето

- ☐ Надеждността на хардуера се променя с течение на времето
 - В началото на работа тя расте - фазата на пускане на разработка (пробна серия)
 - След това остава постоянно известно време
 - В края тя започва да намалява - фазата на износване
- ☐ Надеждността на софтуера не се променя с времето
 - Няма фаза на фазата на пускане на разработка (пробна серия) и износване на софтуера
 - Корекцията на програмата е аналогична на извършването на промени в дизайна на хардуерно устройство - получава се нов софтуер, с други показатели на надеждност

Надеждност на софтуера

Характеристики на надеждността на софтуера

- ☐ **Безотказност** - способността на софтуера да функционира без откази (както на софтуера, така и на хардуера);
- ☐ **Устойчивост на грешки** - способността на софтуера да изпълнява функциите си при ненормални условия (повреда на хардуера, грешки в данните и интерфейсите, нарушение в действията на оператора и т.н.);
- ☐ **Възстановимост** - способността на програмата да се рестартира за повторно изпълнение и възстановяване на данните след откази.

Към някои видове системи (работещи в реално време, радари, системи за сигурност, комуникация и др.) се предявяват изисквания за осигуряване на висока надеждност (недопустимост на грешки, точност, достоверност, удобство за приложение). По този начин надеждността на софтуера до голяма степен зависи от броя на оставащите и неотстранени грешки в процеса на разработка през етапите от жизнения цикъл. По време на експлоатация грешките се откриват и премахват.

Ако по време на коригирането на грешките не се въвеждат нови или поне нови грешки се въвеждат по-малко от елиминираните, тогава по време на експлоатация надеждността на софтуера непрекъснато се увеличава. Колкото по-интензивно се извършва експлоатацията, толкова по-интензивно се откриват грешки и по-бързо нараства надеждността на софтуера.

Надеждност на софтуера

Характеристики на надеждността на софтуера

- ❑ В инженерната надеждност терминът *dependability* (пригодност) обозначава способността на системата да има свойства, които са желани за потребителя, който е уверен в качествено изпълнение на функциите на софтуерната система, посочени в изискванията. Този термин се определя от допълнителен брой показатели, които системата трябва да притежава, а именно:
 - Готовност за използване (наличност) - *availability*;
 - Готовност за непрекъснато функциониране (надеждност) - *reliability*;
 - Безопасност за околната среда, т.е. способността на системата да не предизвиква катастрофални последици в случай на отказ (безопасност) - *safety*;
 - Поверителност и съхраняване в пълна цялост на информацията - *confidential*;
 - Способност да се съхранява системата и устойчивост към самопроизволното ѝ изменение (цялостност) - *integrity*;
 - Способност за експлоатация на софтуера - простота при извършване на операции за обслужване, както и отстраняване на грешки, възстановяване на системата след отстраняването на грешки и т.н. поддръжка - *maintainability*;

Качество на софтуера

Общи термини и дефиниции

Качество на ПО (software quality)

Съвкупност от свойства на ПО, които обуславят годността му да удовлетвори зададени или подразбиращи се потребности в съответствие с предназначението му.

Характеристика на качеството на ПО (software quality characteristic)

Набор от свойства на ПО, посредством които се описва и оценява неговото качество.

Характеристиката на качеството на ПО може да се определи по пътя на задаване на йерархия на неговите подхарактеристики.

Показател на качеството на ПО (software quality metric)

Характеристика на качеството на ПО, притежаваща количествена стойност

Критерий за оценка качеството на ПО (software quality assessment criterion)

Съвкупност от приети правила и условия, с помощта на които се установява приемливост в цяло на качеството на ПО за потребителя.

Качество на софтуера

Общи характеристики на качеството

- ☐ Функционалност (functionality)
- ☐ Удобство за използване (usability)
- ☐ Ефективност (efficiency)
- ☐ Съпровождаемост (maintainability)
- ☐ Мобилност (portability)
- ☐ Надеждност (reliability)
- ☐ Други характеристики:
 - Коректност или правилност
 - Сложност на програмите
 - Трудоемкост

Качество на софтуера

Критерии за качеството на софтуера

- ❑ Дефиниция: показатели, позволяващи на основата на количествени оценки на групи характеристики на програмите да се установява тяхната годност в цяло за една или друга цел.
- ❑ Изменението на доминиращата цел в зависимост от етапите на жизнения цикъл на програмите води до изменение състава на критериите за качество на програмите и степента им на важност при анализа.
- ❑ За количествена оценки на показателите на качеството на ПО се използват група метрики - числени оценки на параметрите на програмите.
- ❑ В зависимости от характеристиките и особеностите на показателя на качеството се използват различни видове метрики и скали за измерването им

Качество на софтуера

Класификация на показателите за качество на софтуера

- ❑ Функционални критерии – характеризират ефекта от използването на програмите
 - ❖ За управляващи програми
 - показатели на точност, диапазон на изменение на параметрите
 - време на реакция при запитване или изпълнение на програмата
 - адаптивност към външни условия
 - ❖ В системи за автоматизация на обработката на информация
 - номенклатура и обем на данните
 - време на обработка на прости и сложни запитвания
 - разнообразие на функциите на достъп към данните и редактиране
- ❑ Конструктивни критерии – по инвариантни, за сравняване качеството на програми с различно предназначение, не зависят от областта на приложение, а от етапа на жизнения цикъл
 - трудоемкост, сложност на програмите
 - надеждност на функциониране
 - степен на използване на ресурса на ЕИМ
 - коректност ит.н.