

# НАДЕЖНОСТЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Слайды и текст этой презентации

**Слайд 1**

# НАДЕЖНОСТЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

**направление 09.03.02  
«Информационные системы и  
технологии»**

**Описание слайда:**

НАДЕЖНОСТЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ направление 09.03.02 «Информационные системы и технологии»

---

**Слайд 2**

# Надежность программного обеспечения

## Лекция 4

### **Описание слайда:**

Надежность программного обеспечения Лекция 4

---

### **Слайд 3**

# Надежность программного обеспечения

## Надежность программного обеспечения

(ПО) – свойство программы выполнять заданные функции, сохранять свои характеристики в установленных пределах при определенных условиях эксплуатации.

Безотказность программы или программного обеспечения есть его (ее) свойство сохранять работоспособность при использовании в процессе обработки информации на компьютере.

Восстанавливаемость определяется затратами времени и труда на устранение<sup>3</sup>

### **Описание слайда:**

Надежность программного обеспечения Надежность программного обеспечения (ПО) – свойство программы выполнять заданные функции, сохранять свои характеристики в установленных пределах при определенных условиях эксплуатации. Безотказность программы или программного обеспечения есть его (ее) свойство сохранять работоспособность при использовании в процессе обработки информации на компьютере. Восстанавливаемость определяется затратами времени и труда на устранение отказа из-за проявившейся ошибки в программе и его последствий.

---

### **Слайд 4**

Вопрос 1

## **Сравнительная характеристика аппаратных и программных отказов**

4

**Описание слайда:**

Сравнительная характеристика аппаратных и программных отказов Вопрос 1

---

**Слайд 5**

# Сравнительная характеристика аппаратных и программных отказов

Общее между программными и аппаратными отказами:

- а) невыполнение объектом заданных функций;
- б) времена до отказов и времена устранения отказов носят случайный характер;
- в) методы обработки статистических данных об отказах одинаковы, а потому статистические оценки показателей надёжности аппаратной и программной, полученные по результатам испытаний и эксплуатации, могут быть одинаковыми по своему названию: средняя наработка объекта на программный отказ, интенсивность программных отказов объекта и т.п.

5

**Описание слайда:**

Сравнительная характеристика аппаратных и программных отказов Общее между программными и аппаратными отказами: а) невыполнение объектом заданных функций; б) времена до отказов и времена устранения отказов носят случайный характер; в) методы обработки статистических данных об отказах одинаковы, а потому статистические оценки показателей надёжности аппаратной и программной, полученные по результатам испытаний и эксплуатации, могут быть одинаковыми по своему названию: средняя наработка объекта на программный отказ, интенсивность программных отказов объекта и т.д. Возможны и объединённые (комплексные) оценки: средняя наработка объекта на программный и аппаратный отказ и т.п.

---

**Слайд 6**

# Сравнительная характеристика аппаратных и программных отказов

Программные отказы существенно отличаются от отказов аппаратных:

- а) отказ аппаратный зависит либо от времени, либо от объёма выполненной работы, а отказ программный – от той функции, которую выполняет изделие под управлением программы;
- б) обнаружение и устранение аппаратного отказа не означает, что такой же отказ не повторится при дальнейшей работе изделия, а обнаружение и устранение отказа программного означает, что такой отказ в дальнейшем не повторится;

6

## Описание слайда:

Сравнительная характеристика аппаратных и программных отказов Программные отказы существенно отличаются от отказов аппаратных: а) отказ аппаратный зависит либо от времени, либо от объёма выполненной работы, а отказ программный – от той функции, которую выполняет изделие под управлением программы; б) обнаружение и устранение аппаратного отказа не означает, что такой же отказ не повторится при дальнейшей работе изделия, а обнаружение и устранение отказа программного означает, что такой отказ в дальнейшем не повторится;

---

## Слайд 7

# Сравнительная характеристика аппаратных и программных отказов

Программные отказы существенно отличаются от отказов аппаратных:

- в) программный отказ, обнаруживаемый при автономной проверке программы, может переходить в разряд недействующих, если состояние аппаратуры делает её нечувствительной к данному виду программного отказа.
- г) прогнозировать возникновение аппаратных отказов сравнительно легко, а прогнозировать возникновение отдельных программных отказов трудно, а часто и невозможно;

7

## Описание слайда:

Сравнительная характеристика аппаратных и программных отказов Программные отказы существенно отличаются от отказов аппаратных: в) программный отказ, обнаруживаемый при автономной проверке программы, может переходить в разряд недействующих, если состояние аппаратуры делает её нечувствительной к данному виду программного отказа. г) прогнозировать возникновение аппаратных отказов сравнительно легко, а прогнозировать возникновение отдельных программных отказов трудно, а часто и невозможно;

---

## Слайд 8

# Сравнительная характеристика аппаратных и программных отказов

Программные отказы существенно отличаются от отказов аппаратных:

д) аппаратные отказы целесообразно подразделять на внезапные и постепенные, т.е. отказы, различные по своей физической природе, законам распределения времени до отказа, методам борьбы за снижение их вероятности.

Программные отказы нет смысла делить на внезапные и постепенные. Они возникают, как только программа переходит на такой участок, который содержит "ошибку". В то же время они по природе своей не совпадают с внезапными аппаратными отказами.

8

## Описание слайда:

Сравнительная характеристика аппаратных и программных отказов Программные отказы существенно отличаются от отказов аппаратных: д) аппаратные отказы целесообразно подразделять на внезапные и постепенные, т.е. отказы, различные по своей физической природе, законам распределения времени до отказа, методам борьбы за снижение их вероятности. Программные отказы нет смысла делить на внезапные и постепенные. Они возникают, как только программа переходит на такой участок, который содержит "ошибку". В то же время они по природе своей не совпадают с внезапными аппаратными отказами.

---

## Слайд 9

Вопрос 2

## **Основные причины отказов ПО**

9

**Описание слайда:**

Основные причины отказов ПО Вопрос 2

---

**Слайд 10**

# Основные причины отказов ПО

Основные причины непосредственно вызывающие нарушение нормального функционирования программы:

1. Ошибки, скрытые в самой программе.
2. Искажения входной информации, подлежащей обработке.
3. Неверные действия пользователя.
4. Неисправность аппаратуры установки, на которой реализуется вычислительный процесс.

10

## Описание слайда:

Основные причины отказов ПО Основные причины непосредственно вызывающие нарушение нормального функционирования программы: Ошибки, скрытые в самой программе. Искажения входной информации, подлежащей обработке. Неверные действия пользователя. Неисправность аппаратуры установки, на которой реализуется вычислительный процесс.

---

## Слайд 11

# Основные причины отказов ПО

1. Скрытые ошибки программы являются главным фактором нарушения нормальных условий его функционирования.

Основные ошибки в программе:

- Ошибки вычислений
- Логические ошибки
- Ошибки ввода-вывода
- Ошибки манипулирования данными
- Ошибки совместимости
- Ошибки сопряжений

11

**Описание слайда:**

Основные причины отказов ПО 1. Скрытые ошибки программы являются главным фактором нарушения нормальных условий его функционирования. Основные ошибки в программе: Ошибки вычислений Логические ошибки Ошибки ввода-вывода Ошибки манипулирования данными Ошибки совместимости Ошибки сопряжений

---

**Слайд 12**

# Основные причины отказов ПО

2. *Искажения информации, подлежащей обработке, вызывает нарушение функционирования ПО, когда входные данные не попадают в область допустимых значений переменных программы.*

## Причины искажения вводимой информации:

- **искажения данных на первичных носителях информации;**
- **сбои и отказы в аппаратуре ввода данных с первичных носителей**

12

## Описание слайда:

Основные причины отказов ПО 2. Искажения информации, подлежащей обработке, вызывает нарушение функционирования ПО, когда входные данные не попадают в область допустимых значений переменных программы. Причины искажения вводимой информации: искажения данных на первичных носителях информации; сбои и отказы в аппаратуре ввода данных с первичных носителей информации; шумы и сбои в каналах связи при передачи сообщений по линиям связи и т.д.

---

## Слайд 13

# Основные причины отказов ПО

**3. Неверные действия пользователя, приводящие к отказу в процессе функционирования ПО связаны, прежде всего:**

- с неправильной интерпретацией сообщений,**
- неправильными действиями пользователя в процессе диалога с компьютером и т.д.**

13

## Описание слайда:

Основные причины отказов ПО 3. Неверные действия пользователя, приводящие к отказу в процессе функционирования ПО связаны, прежде всего: с неправильной интерпретацией сообщений, неправильными действиями пользователя в процессе диалога с компьютером и т.д.

---

## Слайд 14

# Основные причины отказов ПО

**4. Неисправность аппаратуры** – неисправности, возникающие при работе аппаратуры, используемой для реализации вычислительного процесса, оказывают влияние на характеристику надежности ПО.

Появление отказа или сбоя в работе аппаратуры приводит к нарушению нормального хода вычислительного процесса и во многих случаях к искажению данных и текстов программ в основной и внешней памяти.

14

## Описание слайда:

Основные причины отказов ПО 4. Неисправность аппаратуры – неисправности, возникающие при работе аппаратуры, используемой для реализации вычислительного процесса, оказывают влияние на характеристику надежности ПО. Появление отказа или сбоя в работе аппаратуры приводит к нарушению нормального хода вычислительного процесса и во многих случаях к искажению данных и текстов программ в основной и внешней памяти.

---

## Слайд 15

# Основные причины отказов ПО

## Признаки появления ошибок:

- преждевременное окончание выполнения программы;
- недопустимое увеличение времени некоторой последовательности команд одной из программ;
- полная потеря или значительное искажение накопленных данных, необходимых для успешного выполнения решаемых задач;

15

## **Описание слайда:**

Основные причины отказов ПО Признаки появления ошибок: преждевременное окончание выполнения программы; недопустимое увеличение времени некоторой последовательности команд одной из программ; полная потеря или значительное искажение накопленных данных, необходимых для успешного выполнения решаемых задач;

---

## **Слайд 16**

# Основные причины отказов ПО

## Признаки появления ошибок:

- нарушение последовательности вызова отдельных программ, в результате чего происходит пропуск необходимых программ;
- искажение отдельных элементов данных (входных, выходных, промежуточных) в результате обработки искаженной исходной информации.

16

## **Описание слайда:**

Основные причины отказов ПО Признаки появления ошибок: нарушение последовательности вызова отдельных программ, в результате чего происходит пропуск необходимых программ; искажение отдельных элементов данных (входных, выходных, промежуточных) в результате обработки искаженной исходной информации.

---

**Слайд 17**

Вопрос 3

## **Основные показатели и модели надежности ПО**

17

**Описание слайда:**

Основные показатели и модели надежности ПО Вопрос 3

---

**Слайд 18**

# Основные показатели надежности ПО

**1. Вероятность безотказной работы** – это вероятность того, что в пределах заданной пра<sub>3</sub>работки отказ системы не возникает.

18

## Описание слайда:

Основные показатели надежности ПО 1. Вероятность безотказной работы – это вероятность того, что в пределах заданной наработки отказ системы не возникает.

---

## Слайд 19

# Основные показатели надежности ПО

**2. Вероятность отказа** – вероятность того, что в пределах заданной наработки отказ наработки отказ системы возникает.

Это показатель обратный предыдущему.

$$Q(t_3) = 1 - P(t_3)$$

где  $t_3$  – заданная наработка, ч.;

где  $Q(t_3)$  – заданная наработка, ч.;

– вероятность отказа.

19

## Описание слайда:

Основные показатели надежности ПО 2. Вероятность отказа – вероятность того, что в пределах заданной наработки отказ системы возникает. Это показатель, обратный предыдущему. где – заданная наработка, ч.; – вероятность отказа.

---

## Слайд 20

# Основные показатели надежности ПО

**3. Интенсивность отказов системы – это условная плотность вероятности возникновения отказа ПО в определенный момент времени при условии, что до этого времени отказ не возник.**  $\lambda(t) = \frac{f(t)}{P(t)}$

где  $f(t)$  – плотность вероятности отказа в момент времени  $t$ .  
где – плотность вероятности отказа в момент времени .

20

## Описание слайда:

Основные показатели надежности ПО 3. Интенсивность отказов системы – это условная плотность вероятности возникновения отказа ПО в определенный момент времени при условии, что до этого времени отказ не возник. где – плотность вероятности отказа в момент времени .

---

## Слайд 21

# Основные показатели надежности ПО

4. Средняя наработка на отказ – математическое ожидание времени отказа: математическое ожидание времени отказа: работы ПО до очередного отказа:

$$T_i = \int_0^t t \cdot f(t) dt$$

Иначе среднюю наработку на отказ  
Иначе среднюю наработку на отказ  $T_i$  можно  
можно представить:  
представить:

где – время работы ПО между отказами, с.

где  $t$  – время работы ПО между отказами, с.

$n$  – количество отказов.

21

## Описание слайда:

Основные показатели надежности ПО 4. Средняя наработка на отказ – математическое ожидание времени работы ПО до очередного отказа: Иначе среднюю наработку на отказ можно представить: где – время работы ПО между отказами, с. – количество отказов.

---

## Слайд 22

# Основные показатели надежности ПО

5. Среднее время восстановления – математическое ожидание времени восстановления;

восстановления, затраченного на обнаружение и

- времени, затраченного на обнаружение и

• локализацию отказа  $\div t_y$ ;

- времени устранения отказа – способности –

- времени пропускной проверки работоспособности  $t_o + t_y + t_{pr}$ ,

где  $t_{vi}$  – время восстановления, после  $i$ -го отказа

где – время восстановления после -го отказа

где  $n$  - количество отказов.

где - количество отказов.

22

## Описание слайда:

Основные показатели надежности ПО 5. Среднее время восстановления – математическое ожидание времени восстановления; времени, затраченного на обнаружение и локализацию отказа – ; времени устранения отказа – ; времени пропускной проверки работоспособности – : =++, где – время восстановления после -го отказа где - количество отказов.

---

## Слайд 23

# Основные показатели надежности ПО

6. Коэффициент готовности – вероятность того, что ПО ожидается в работоспособном состоянии в произвольный момент времени его использования.

использования по назначению:

$$K_{\Gamma} = \frac{T_p}{T_p + T_v}$$

где  $T_p$  – суммарное время нахождения в объекта в работоспособном состоянии;

$T_v$  – суммарное время восстановления объекта.

– суммарное время восстановления объекта.

23

## Описание слайда:

Основные показатели надежности ПО 6. Коэффициент готовности – вероятность того, что ПО ожидается в работоспособном состоянии в произвольный момент времени его использования по назначению: где – суммарное время нахождения объекта в работоспособном состоянии; – суммарное время восстановления объекта.

---

## Слайд 24

# Основные показатели надежности ПО

## 7. Средняя тяжесть ошибок (СТО):

$$B = \frac{1}{Q} \sum_{i=1}^m (b_i \cdot p_i \cdot z_i)$$

где – вероятность сбоя ПО;

$\Sigma^m$  – функция принадлежности тяжести последствий

$b_i$  – функция, проводящаяся при помощи наборов выходных ошибки,

двоиницейкой при -ом наборе входных данных и последствиям;

– вероятность ввода -го набора входных данных

$p_i$  – функция от -го набора входных данных при

– диахотомическая переменная, равная 1, если при

$z_i$  – диахотомическая переменная, равная 1, если ошибки были зафиксированы в -ом наборе входных данных и 0 в

– общем случае.

$m$  – общее число наборов входных данных.

24

## Описание слайда:

Основные показатели надежности ПО 7. Средняя тяжесть ошибок (СТО): где – вероятность сбоя ПО; – оператор суммирования по переменной ; – функция принадлежности тяжести последствий ошибки, возникшей при -ом наборе входных данных, к максимально тяжелым последствиям; – вероятность ввода -го набора входных данных при эксплуатации ПО; – диахотомическая переменная, равная 1, если при -ом наборе входных данных был зафиксирован сбой, и 0 в противном случае; – общее число наборов входных данных.

---

## Слайд 25

# Модели надежности ПО

Аналитические модели дают возможность рассчитывать количественные показатели надежности, основываясь на данных о поведении программы в процессе тестирования.

Эмпирические модели базируются на анализе структурных особенностей программ.

25

## Описание слайда:

Модели надежности ПО Аналитические модели дают возможность рассчитывать количественные показатели надежности, основываясь на данных о поведении программы в процессе тестирования. Эмпирические модели базируются на анализе структурных особенностей программ.

---

## Слайд 26

# Модели надежности ПО

**В динамических поведение ПО  
(появление отказов)  
рассматривается во времени.**

**В статических моделях появление  
отказов не связывают со временем, а  
учитывают только зависимость  
количество ошибок от числа  
тестовых прогонов или зависимость  
количество ошибок от  
характеристики входных данных.**

26

## Описание слайда:

Модели надежности ПО В динамических поведение ПО (появление отказов) рассматривается во времени. В статических моделях появление отказов не связывают со временем, а учитывают только зависимость количества ошибок от числа тестовых прогонов или зависимость количества ошибок от характеристики входных данных.

---

Слайд 27

# Динамические модели надежности

## Модель Шумана

Модель Шумана может быть использована при определенном образе организованной процедуре тестирования.

Использование модели Шумана предполагает, что тестирование проводится в несколько этапов.

При использовании модели Шумана предполагается, что исходное количество ошибок в программе постоянно, и в процессе тестирования может уменьшаться по мере того, как ошибки

27

### **Описание слайда:**

Динамические модели надежности Модель Шумана Модель Шумана может быть использована при определенном образе организованной процедуре тестирования.

Использование модели Шумана предполагает, что тестирование проводится в несколько этапов. При использовании модели Шумана предполагается, что исходное количество ошибок в программе постоянно, и в процессе тестирования может уменьшаться по мере того, как ошибки выявляются и исправляются.

---

### **Слайд 28**

# Динамические модели надежности

## Модель Шумана

Предполагается, что до начала тестирования в ПО имеется ошибок. В течении времени  $t_1$  в тестировании в системе обнаруживается ошибок в расчете на команду в машинном языке.

Таким образом, удельное число ошибок на одну машинную команду, оставшуюся в системе после времени тестирования, равно:

$$E(t) = \frac{E_t}{I_t} E(t)_c$$

где – общее число машинных команд, которое предполагается в рамках этапа тестирования.

28

### Описание слайда:

Динамические модели надежности Модель Шумана Предполагается, что до начала тестирования в ПО имеется ошибок. В течении времени тестирования в системе обнаруживается ошибок в расчете на команду в машинном языке. Таким образом, удельное число ошибок на одну машинную команду, оставшуюся в системе после времени тестирования, равно: где – общее число машинных команд, которое предполагается в рамках этапа тестирования.

---

Слайд 29

# Динамические модели надежности

## Модель La Padula

По этой модели выполнение последовательности тестов ведётся в этапов. Каждый этап заканчивается внесением изменений в ПО. Возрастающая функция надёжности базируется на числе ошибок, обнаруженных в ходе каждого тестового прогона.

Надёжность ПО в течении  $i$ -го этапа:

$$\text{Надёжность ПО в течении } i\text{-го этапа: } R(i) = \frac{A}{A + e^{-A}}$$

где  $i = 1, 2, \dots, n$ ,

где  $A'$  – параметр роста.

– параметр роста.

29

### Описание слайда:

Динамические модели надежности Модель La Padula По этой модели выполнение последовательности тестов производится в этапов. Каждый этап заканчивается внесением изменений в ПО. Возрастающая функция надёжности базируется на числе ошибок, обнаруженных в ходе каждого тестового прогона. Надёжность ПО в течении  $i$ -го этапа: где , – параметр роста.

---

### Слайд 30

# Статические модели надежности

**Статические модели принципиально отличаются от динамических прежде всего тем, что в них не учитывается время появления ошибок в процессе тестирования и не используется никаких предположений о поведении функции риска.**

**Эти модели строятся на твердом статическом фундаменте.**

30

## Описание слайда:

Статические модели надежности Статические модели принципиально отличаются от динамических прежде всего тем, что в них не учитывается время появления ошибок в процессе тестирования и не используется никаких предположений о поведении функции риска. Эти модели строятся на твердом статическом фундаменте.

---

## Слайд 31

# Статические модели надежности

## Модель Миллса

Соотношение:

$$N = \frac{S \cdot n}{U}$$

дает возможность оценить – первоначальное количество ошибок в программе.

В данном соотношении, которое называется формулой Миллса:

– количество искусственно внесенных ошибок,

$n$  – число найденных собственных ошибок,

$U$  – число обнаруженных к моменту оценки искусственных ошибок.

31

Описание слайда:

Статические модели надежности Модель Миллса Соотношение: дает возможность оценить – первоначальное количество ошибок в программе. В данном соотношении, которое называется формулой Миллса: – количество искусственно внесенных ошибок, – число найденных собственных ошибок, – число обнаруженных к моменту оценки искусственных ошибок.

---

Слайд 32

# Статические модели надежности

## Модель Миллса

Предположим что в программе имеется К собственных ошибок и внесем в нее еще S ошибок. Вябротестировании было обнаружено все внесенные ошибок и n собственных ошибок.

Тогда по формуле Миллса мы предполагаем, что первоначально в программе было ~~n~~ ошибок. Вероятность возможно рассчитать по следующему соотношению:  
Вероятность возможно рассчитать по следующему соотношению > K

$$C = \frac{S}{S+K+1} \text{ если } n \leq K \\ \text{если}$$

32

### Описание слайда:

Статические модели надежности Модель Миллса Предположим, что в программе имеется К собственных ошибок, и внесем в нее еще S ошибок. В процессе тестирования были обнаружены все S внесенных ошибок и n собственных ошибок. Тогда по формуле Миллса мы предполагаем, что первоначально в программе было ошибок. Вероятность возможно рассчитать по следующему соотношению: если если

---

### Слайд 33

# Статические модели надежности

## Модель Миллса

Когда оценка надежности производится до момента обнаружения всех рассеянных ошибок, величина рассчитывается по формуле, если  $n > K$

если

$$C = \frac{s}{v-k}, \text{ если } n \leq K$$

где числитель и знаменатель формулы при являются биноминальными коэффициентами вида

$$\frac{a}{b} = \frac{a!}{b!(a-b)!}$$

33

### Описание слайда:

Статические модели надежности Модель Миллса Когда оценка надежности производится до момента обнаружения всех рассеянных ошибок, величина рассчитывается по модифицируемой формуле если где числитель и знаменатель формулы при являются биноминальными коэффициентами вида

---

### Слайд 34

# Статические модели надежности

## Модель Миллса

Например, если утверждается что в программе нет ошибок, то вероятность обнаружения ошибки на момент оценки надежности обнаружено 5 из 10 рассеянных ошибок и не обнаружено ни одной собственной ошибки, то вероятность того, что в программе действительно нет ошибок, будет равна:

$$C = \frac{\frac{4}{11}}{\frac{5}{11}} = \frac{\frac{10! \cdot 5!}{6!}}{4! \cdot 6! \cdot 11!} = 0,45$$

34

### Описание слайда:

Статические модели надежности Модель Миллса Например, если утверждается, что в программе нет ошибок, а к моменту оценки надежности обнаружено 5 из 10 рассеянных ошибок и не обнаружено ни одной собственной ошибки, то вероятность того, что в программе действительно нет ошибок, будет равна:

---

### Слайд 35

# Статические модели надежности

## Модель Липова

Собственные и искусственные ошибки имеют равную вероятность быть найденными, то вероятность обнаружения собственных и внесенных ошибок равна:

$$Q(n, V) = \frac{m}{m+n} \cdot q^{n+V} \cdot (1-q)^{m-n}$$

где – количество тестов, используемых при тестировании;

– вероятность обнаружения ошибки в каждом из тестов, рассчитывается по формуле:

$$q = \frac{n+V}{n+S}$$

– общее количество искусственно внесенных ошибок;

– общее количество искусственно внесенных ошибок; 35

– количество собственных ошибок, имеющихся в ПО до начала тестирования.

## Описание слайда:

Статические модели надежности Модель Липова Собственные и искусственные ошибки имеют равную вероятность быть найденными, то вероятность обнаружения собственных и внесенных ошибок равна: где – количество тестов, используемых при тестировании; – вероятность обнаружения ошибки в каждом из тестов, рассчитывается по формуле: – общее количество искусственно внесенных ошибок; – количество собственных ошибок, имеющихся в ПО до начала тестирования.

---

## Слайд 36

# Статические модели надежности

## Модель Липова

Для использования модели Липова  
должны выполняться следующие условия:

$$\begin{aligned}N &\geq n \geq 0 \\S &\geq V \geq 0 \\m &\geq n + V \geq 0\end{aligned}$$

Модель Липова дополняет модель Миллса, дав  
возможность оценить вероятность обнаружения  
определенного количества ошибок к моменту  
оценки.

36

### Описание слайда:

Статические модели надежности Модель Липова Для использования модели Липова должны выполняться следующие условия: Модель Липова дополняет модель Миллса, дав возможность оценить вероятность обнаружения определенного количества ошибок к моменту оценки.

---