

# 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 л

## 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  $P(t_3)$**  – это вероятность того, что в пределах заданной наработки 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 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.

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

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 работы ПО до очередного отказа:

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

Иначе среднюю наработку на отказ  $T_i$  можно представить:

где  $T_i = \frac{t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n}{n}$  – 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;

времени, затраченного на обнаружение и

• времени, затраченного на обнаружение и

• локализацию отказа  $\div t_y$ ;

• времени устранения отказа работоспособности –

• времени пропускной проверки

работоспособности  $t_{bi} + t_o + t_y + t_{пр}$ ,

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

где  $t_{bi} = \frac{t_{bi}}{n}$  – время восстановления, после  $i$ -го отказа

где  $n$  – количество отказов.

где  $n$  – 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  $K_G$**  – вероятность того, что ПО ожидается в работоспособном состоянии в произвольный момент времени его использования по назначению:

$$K_G = \frac{T_p}{T_p + T_v}$$

где  $T_p$  – суммарное время нахождения 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  $B$  – вероятность сбоя ПО;

$Q$  – оператор суммирования по переменной;

$\sum_{i=1}^m$  – функция принадлежности тяжести последствий

$b_i$  – функции, производящей при  $i$ -ом наборе входных данных, к максимально тяжелым последствиям;

$p_i$  – вероятность ввода  $i$ -го набора входных данных

$z_i$  – дихотомическая переменная, равная 1, если при

$i$ -ом наборе входных данных был зафиксирован

сбой, и 0 в противном случае;

$m$  – общее число наборов входных данных.

$t$  – общее число наборов входных данных.

24

### Описание слайда:

Основные показатели надежности ПО 7. Средняя тяжесть ошибок (СТО): где  $B$  – вероятность сбоя ПО;  $Q$  – оператор суммирования по переменной;  $\sum_{i=1}^m$  – функция принадлежности тяжести последствий ошибки, возникшей при  $i$ -ом наборе входных данных, к максимально тяжелым последствиям;  $p_i$  – вероятность ввода  $i$ -го набора входных данных при эксплуатации ПО;  $z_i$  – дихотомическая переменная, равная 1, если при  $i$ -ом наборе входных данных был зафиксирован сбой, и 0 в противном случае;  $m$  – 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 поведении 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.**

26

## Описание слайда:

Модели надежности ПО В динамических поведении 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  $E_c$  ошибок. В течении времени тестирования  $t_i$  в системе обнаруживается  $E_t$  ошибок в расчете на команду в машинном языке. Таким образом, удельное число ошибок на одну машинную команду, оставшуюся в системе после времени тестирования, равно:

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  $I_t$  – 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  $E_c$  ошибок. В течении времени тестирования в системе обнаруживается  $E_t$  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  $I_t$  – общее число машинных команд, которое предполагается в рамках этапа тестирования.

### Слайд 29

# 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 течение  $i$ -го этапа:

Надёжность ПО в течение  $i$ -го этапа:

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 течений –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:

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

дает возможность оценить – первоначальное количество ошибок в программе.

В данном соотношении, которое называется формулой Миллса:

– количество искусственно внесенных ошибок,

$n$  – число найденных собственных ошибок,

$V$  – 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  $K$  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  $n$  ошибок.

Вероятность возможно рассчитать по следующему соотношению:

Вероятность возможно рассчитать по следующему соотношению:

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

если

32

### Описание слайда:

Статические модели надежности Модель Миллса Предположим, что в программе имеется  $K$  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  $n$  ошибок. Вероятность возможно рассчитать по следующему соотношению: если

### Слайд 33



# Статические модели надежности

## Модель Миллса

Когда оценка надежности производится до момента обнаружения всех рассеянных ошибок, величина  $C$  рассчитывается по модифицируемой формуле

$$C = 1, \text{ если } n > K$$

если

$s$

$$C = \frac{s}{V+K+1}, \text{ если } n \leq K$$

где числитель и знаменатель формулы при

являются биномиальными коэффициентами

где числитель и знаменатель формулы при

вида

$n \leq K$  являются биномиальными 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 если где числитель и знаменатель формулы при являются биномиальными коэффициентами вида

### Слайд 34

# 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:

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

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  $n$  собственных и  $V$  внесенных ошибок равна: внесенных ошибок равна:

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

где – количество тестов, используемых при

тестировании;  $m$  – количество тестов, используемых при тестировании;

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

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

– общее количество искусственно внесенных ошибок;  
– общее количество искусственно внесенных ошибок;

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

35

### 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:

$$N \geq n \geq 0$$

$$S \geq V \geq 0$$

$$m \geq n + V \geq 0$$

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