Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования

«Белорусский государственный университет

информатики и радиоэлектроники

Институт повышения квалификации

«Институт информационных технологий»

Кафедра информационных систем и технологий

**В.В.Бахтизин, Е.В.Николаенко, Г.В.Сечко, Т.Г.Таболич**

**МОДЕЛИ ОТКАЗОВ И НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ОТКАЗАМИ**

Лабораторный практикум

по курсу «Надёжность программного обеспечения (НПО)»

для студентов специальности

«Программное обеспечение информационных технологий»

вечерней формы обучения

Минск БГУИР 2011

УДК 004.42(076.5)

ББК 32.973.26-018.2я73

М74

**В.В.Бахтизин, Е.В.Николаенко, Г.В.Сечко, Т.Г.Таболич**

Р е ц е н з е н т

научный сотрудник РУП «Гипросвязь»,

кандидат технических наук И.С.Терех

Модели отказов и наблюдения за отказами**:** лаб. практикум по курсу «Надёжность программного обеспечения (НПО)» для студ.спец. «Программное обеспечение информационных технологий» веч. формы обуч.: Бахтизин В.В., Николаенко Е.В., Сечко Г.В., Таболич Т.Г. – Минск: БГУИР, 2011. – 37 с. с ил.

Лабораторный практикум состоит из двух лабораторных работ, посвящённых основам надёжности программного обеспечения**.**

Работа 1 предназначена для моделирования моделей отказов и сбоев с помощью программы МАТКАД. Работа может быть использована не только в курсе «Надёжность программного обеспечения», но и при изучении моделей отказов других технических объектов, например, средств вычислительной техники (СВТ) в курсе «Контроль и диагностика СВТ» для студентов специальности «Вычислительные машины, системы и сети» или средств автотехники в курсе «Надёжность средств автотехники» для студентов специальности «Промышленная электроника» и других.

Для подготовки, выполнения, оформления и защиты лабораторных работ по курсу «НПО» студенты и преподаватели обязательно должны использовать действующее в БГУИР «ПОЛОЖЕНИЕ о порядке подготовки, выполнения, оформления и защиты лабораторных работ».

**УДК 004.42(076.5)**

**ББК 32.973.26-018.2я73**

**ISBN** © Бахтизин В.В., Николаенко Е.В., Сечко Г.В., Таболич Т.Г. 2011

©УО «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», 2011

**СОДЕРЖАНИЕ**

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1.** ИЗУЧЕНИЕ МОДЕЛЕЙ ОТКАЗОВ В MATHCAD

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2.** ПРОВЕДЕНИЕ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА РАБОТОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА И ИХ ОБРАБОТКА

Литература

**ПРИЛОЖЕНИЕ 1.** РАСПЕЧАТКА ФАЙЛА «ОБРАЗЕЦ 1 ЖУРНАЛА»

**ПРИЛОЖЕНИЕ 2.** РАСПЕЧАТКА ФАЙЛА «ОБРАЗЕЦ 2 ЖУРНАЛА»

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1**

**ИЗУЧЕНИЕ МОДЕЛЕЙ ОТКАЗОВ В MATHCAD**

**Цель работы** – исследование моделей отказов средств вычислительной техники и изучение влияния изменений параметров надежности на вид графиков плотности вероятности и функции нормального распределения с помощью прикладной программы MATHCAD.

**1.1. Краткие сведения из теории**

MATHCAD – это мощная и в то же время простая универсальная среда для решения задач в различных отраслях науки и техники, финансов и экономики, физики и астрономии, математики и статистики. MATHCAD остается единственной системой, в которой описание решения математических задач задается с помощью привычных математических формул и знаков. MATHCAD позволяет выполнять, как численные, так и аналитические (символьные) вычисления, имеет чрезвычайно удобный математико-ориентированный интерфейс и прекрасные средства научной графики.

Для запуска **MATHCAD** в меню «Пуск»→«Программы» необходимо выбрать **MathSoft Apps,** подменю **Mathcad 2001 Professional.** При запуске **MATHCAD** появляется 2 окна. Окно справа, на заголовке которого написано **Resource Center…**, представляет собой помощник в работе с программой. В этом меню содержатся инструменты для помощи пользователю **MATHCAD**, такие как описания, шаблоны, ссылки на **web**-сайты и др. Левое окно, на заголовке которого написано **Mathcad Professional** – является рабочим листом, предназначено для написания листинга поставленной задачи и выполнения лабораторной работы и содержит:

* панель меню («File», «Edit», «View»…)
* панель инструментов (включая кнопки её математической части),
* рабочую область (окно без панелей заголовка, меню и инструментов).

Для вычисления значения функции, например (1.1), формула (1.1) записывается в рабочей области после установки на неё курсора (знак равенства записывается как «:=»

|  |  |
| --- | --- |
|  | (1.1) |

«двоеточие - равно»). Затем задаётся аргумент: для вычисления функции в определенной точке *t:*=0.2, после чего делается запись *f(t)=. Д*ля построения графика аргумент задается как численной множество *t:*=1..3*.* Рассчитанное значение записывается компьютером после знака равенства.

Для построения графика функции, на панели меню выбирается «View» – «Toolbars» – «Graph» (или на математической части панели инструментов выбирается «Graph»). Появляется окно «Graph», где необходимо выбрать шаблон будущего графика (рекомендуется кнопка **«х-у plot»** окна «Graph»). На появившихся осях графика необходимо закрепить (подписать возле осей) переменные – *t* и *f(t).* Для здания аргумента можно задать *t:*=1. После подписи график строится автоматически.

Для описания нормального распределения в **MATHCAD** имеются следующие основные встроенные функции (кроме дополнительных сnorm (t), dnorm (P,m,о), rnorm (M,m,o)):

**dnorm(t,m,o)** – плотность вероятности нормального распределения (probability density);

**рnorm (t,m,о)** – функция нормального распределения (probability distribution), t – значение случайной величины (наработка на отказ);

При этом: Р – значение вероятности; m – математическое ожидание (м.о.); о – среднеквадратичное отклонение (с.к.о.).

Математическое ожидание и дисперсия являются параметрами распределения. Плотность (дифференциальный закон) распределения (ДЗР) *f(t)* для трех пар значений параметров показана на рис. 1.1. При этом листинг набора dnorm(t,m,o) также показан на рис. 1.1 (слева от графиков).



t

Рисунок 1.1 – Плотность вероятности нормальных распределений

Напомним, что плотность распределения dnorm задает вероятность попадания случайной величины t в малый интервал от t до t+dt. Таким образом, для первого графика (сплошная линия) вероятность того, что случайная величина t примет значение в окрестности нуля, приблизительно в три раза больше, чем вероятность того, что она примет значение в окрестности t=2. А значения случайной величины, большие 5 и меньшие -5, и вовсе маловероятны.

Функция (интегральный закон) распределения (ИЗР, вероятность отказа, модель отказа) Q(x) (cumulative probability) – это интеграл от плотности вероятности в пределах от *[–t; t].* Функции распределения для показанных на рис. 1.1 нормальных законов изображены на рис. 1.2. При этом листинг набора рnorm(t,m,o) также показан на рис. 1.2 (слева от графиков). Функция, обратная Q(t (inverse cumulative probability), называется квантилем распределения и позволяет по заданному аргументу р определить значение t, причем случайная величина будет меньше или равна t с вероятностью Р.

Выражениями (1.2) – (1.6) показан листинг вариантов набора рnorm(t,m,o) с соответствующими вычислениями для случаев:

1. определения вероятности того, что t будет меньше 1.881 (листинг (1.2))

|  |  |
| --- | --- |
|  | (1.2) |

1. определения 97%-ного квантиля нормального распределения (inverse cumulative probability, листинг (1.3))

|  |  |
| --- | --- |
|  | (1.3) |

1. определения вероятности того, что t будет больше 2 (листинг (1.4))

|  |  |
| --- | --- |
|  | (1.4) |

1. определения вероятности того, что t будет находиться в интервале [2,3] (листинг (1.5))

|  |  |
| --- | --- |
|  | (1.5) |

1. определения вероятности того, что| t|<2 (листинг (1.6))

|  |  |
| --- | --- |
|  | (1.6) |

Вместо рnorm(t,m,o) в выражениях (1.5) и (1.6) можно использовать встроенную функции erf, называемую также функцией ошибок (или интегралом вероятности, или интегралом Лапласа, или функцией Крампа), т.е. заменить (1.5) на (1.7)

|  |  |
| --- | --- |
|  | (1.7) |

а (1.6) на (1.8)

|  |  |
| --- | --- |
|  | (1.8) |

Для определения вероятности безотказной работы с помощью функции ошибок можно использовать встроенную функцию

|  |  |
| --- | --- |
| *erfc(t)=1-erf(t)* | (1.9) |



t





Рисунок 1.2 – Нормальные функции распределения (модели отказов)

Для изучение других моделей отказов. MATHCAD имеет следующие основные категории встроенных функций (кроме дополнительных q\*(p,par) и r\* (м,раr)):

d\*(t,par) – плотность вероятности,

р\*(t,раr) – функция распределения,

которые различаются написанием их первой литеры, а оставшаяся часть имени функций (ниже в списке функций она условно обозначена звездочкой) идентифицирует тот или иной тип распределения. При этом в указанных встроенных функциях обозначено:

t – значение случайной величины (аргумент функции, в нашем случае наработка на отказ);

Р – значение вероятности;

par – список параметров распределения.

Чтобы получить функции, относящиеся, например, к равномерному распределению, вместо \* надо поставить unif и ввести соответствующий список параметров par. Он будет состоять в данном случае из двух чисел а,b — интервала распределения случайной величины.

Перечислим все типы распределения, реализованные в MATHCAD, вместе с их параметрами, звездочкой (\*) обозначим недостающую первую букву встроенной функций.

* \*ехр(t,r) – экспоненциальное распределение (r>0 – показатель экспоненты).
* \*gamma(t,s) – гамма-распределение (s>0 – параметр формы).
* \*lnоrm(t,m,o) – логарифмически нормальное распределение (m – натуральный логарифм математического ожидания, о>0 – натуральный логарифм среднеквадратичного отклонения).
* \*unif(t,a,b) – равномерное распределение (а<b – границы интервала).
* \*weibull(t,s) – распределение Вейбулла (s>0 – параметр).

Вставку рассмотренных статистических функций в программы удобно осуществлять с помощью диалогового окна Insert Function (Вставка функции, рис. 1.3).

Для этого необходимо выполнить следующие действия:

1. Установите курсор на место вставки функции в документе.
2. Вызовите диалоговое окно Insert Function нажатием кнопки f(x) на стандартной панели инструментов или командой меню Insert / Function (Вставка / Функция), или нажатием клавиш <Ctrl>+<E>.

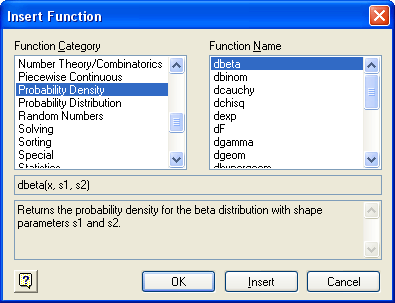


Рисунок 1.3 – Диалоговое окно Insert Function

1. В списке Function Category (Категория функции) (рис. 1.3) выберите одну из категорий статистических функций. Категория Probability Density (плотность вероятности) содержит встроенные функции для плотности вероятности, Probability Distribution (функция распределения) – для вставки функций распределения.
2. В списке Function Name (Имя функции) выберите функцию, в зависимости от требующегося закона распределения. При выборе того или иного элемента списка в текстовых полях в нижней части окна будет появляться информация о назначении выбранной функции.
3. Нажмите кнопку ОК для вставки функции в документ.
4. Математические выражения, используемые для вычисления встроенных функций и приведены в табл. 1. приложения

**1.2. Практическая часть (порядок выполнения лабораторной работы)**

1. Рассчитать значение функции (1.1) при t:=0.2 и построить её график.
2. Для заданных в варианте параметров нормального распределения с помощью функций dnorm(t,m,o) и рnorm (t,m,о) построить графики дифференциального и интегрального законов распределений.
3. Уменьшить математическое ожидание в 2 раза, построить графики по п. 2, затем увеличить математическое ожидание в 2 раза и снова построить графики по п. 2. Сравнить полученные в графики и сделать вывод о влиянии величины математического ожидания на вид нормального дифференциального и интегрального законов распределений.

Таблица 1.2 – Варианты индивидуальных заданий к п. 2

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вариант | Параметры модели отказа для нормального распределения | |
| математическое ожидание | Среднеквадратичное отклонение |
| 1 | 1 | 1 |
| 2 | 1 | 2 |
| 3 | 2 | 1 |
| 4 | 2 | 2 |
| 5 | 3 | 1 |
| 6 | 3 | 2 |
| 7 | 3 | 3 |
| 8 | 3 | 4 |

1. Уменьшить среднеквадратичное отклонение (с.к.о.) в 2 раза, построить графики по п. 2, затем увеличить с.к.о. в 2 раза и снова построить графики. Сравнить полученные графики и сделать вывод о влиянии величины с.к.о. на вид нормального дифференциального и интегрального законов распределений. Сделать вывод.
2. Для заданной в варианте модели отказа с помощью предложенных в теории функций, повторить п. 2 – 4. Параметры распределений выбрать самостоятельно. Сделать вывод.

Таблица 1.3 – Варианты индивидуальных заданий к заданию 5 (законы распределения приведены в табл. 1.1)

|  |  |
| --- | --- |
| Вариант | Распределение (модель отказа) |
| 1 | Равномерное |
| 2 | Экспоненциальное |
| 3 | Логарифмически нормальное |
| 4 | Вейбулла при ***b****>1* |
| 5 | Вейбулла при ***b<****1* |
| 6 | Вейбулла при ***b=****1* |
| 7 | Гамма |

**1.3. Содержание отчёта.**

1. Название курса, название и номер лабораторной работы, ф. и. о. и номер группы студента, дату выполнения работы.

2. Запись своих индивидуальных заданий и диалога с ЭВМ по пп. 1-4 практической части лабораторной работы, построенные с помощью MATHCAD графики зависимостей дифференциального и интегрального законов распределения наработки до отказа, нанесённые на графики характеристики надёжности

3. Выводы по п. 2, 4 практической части лабораторной работы.

**1.4. Задания для самоподготовки и самопроверки**

1**.** Что такое случайная величина? Приведите примеры случайных величин – параметров надёжности.

2. Что такое вероятность случайной величины?

3. Чем отличается вероятность случайной величины от вероятности попадания её в некоторый участок (частости)?

4. Что такое модель отказа и модель надёжности? Какая связь между ними? Изобразите эти 2 модели на 1-м графике.

5. Что такое дифференциальный (ДЗР) и интегральный (ИЗР) закон распределения? Какая связь между ними? Изобразите эти 2 закона на 1-м графике.

6. Какие модели отказов Вы знаете?

7. Какие характерные точки моделей отказов Вы знаете?

8. Выведите формулу математического ожидания случайной величины.

9. Выведите формулу среднеквадратичного отклонения случайной величины.

10. Выведите формулу математического ожидания случайной величины, распределённой по экспоненциальному закону.

11. Выведите формулу среднеквадратичного отклонения случайной величины, распределённой по экспоненциальному закону.

12. Сколько состояний имеет восстанавливаемый объект? Охарактеризуйте эти состояния.

13. Какие переходы и события, сопровождающие эти переходы, имеет восстанавливаемый объект? Охарактеризуйте эти переходы и события.

14. Какие временные понятия надёжности Вы знаете? Охарактеризуйте их.

15. Какие показатели надёжности может иметь вычислительное устройство как восстанавливаемый объект?

16.Как отличаются показатели надёжности восстанавливаемых объектов от показателей надёжности невосстанавливаемых объектов?

17. Приведите пример обозначения стандарта в «Системе стандартов надёжности техники».

18. Какие виды классификации отказов Вы знаете? Охарактеризуйте их.

19. Приведите 3 примера измерения наработки до отказа параметрами, отличными от времени.

20. Проанализируйте влияние показателей безотказности и ремонтопригодности на коэффициент готовности.

21. Как влияет коэффициент готовности устройства, равномерно обрабатывающего информацию, на количество информации, потерянной за счёт отказов устройства?

22. Чем отличается математическое ожидание модели надёжности от наработки до отказа?

23. Как влияет математическое ожидание модели надёжности, подчиняющейся нормальному закону, на вид дифференциального закона распределения?

24. Как влияет среднеквадратичное отклонение модели отказа, подчиняющейся нормальному закону, на вид дифференциального закона распределения?

25. Как влияет дисперсия модели отказа, подчиняющейся нормальному закону, на вид дифференциального закона распределения?

Таблица 1.1 – Некоторые распределения, используемые в теории надёжности

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование распределения | | М.о.  *M(t)* | Медиана  *tME* | Мода  *tM* | Дисперсия  *D(t)* | С.к.о. |
| ДЗР *f(t)* | модель отказа, ИЗР *F(t)* |
| 1. Равномерное | | 0,5 (*а+* ***b)*** | 0,5 (*а+****b)*** |  | (*а+****b)2***1/12 |  |
| ***С*** при ***b****>t>а, 0* при *t>****b,*** *а>t* | *0* при *а>t, 1* при *t>****b,***  при ***b****>t>а* |
| 2.Экспоненциальное | |  |  |  |  |  |
|  |  |
| 3. Логарифмически нормальное | |  |  |  | ·  · |  |
|  |  |
| 4. Вейбулла | |  |  |  |  |  |
|  |  |
| 5. Гамма-распределение Г(t) |  |  |  |  |  |  |

Где

 – табличный интеграл вероятностей или интеграл Лапласа, имеющий вид ,

 – гамма распределение с параметром *b.*

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2**

**ПРОВЕДЕНИЕ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА РАБОТОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА И ИХ ОБРАБОТКА**

**Цель работы** – исследование возможностей проведения наблюдений за оборудованием и программным обеспечением вычислительного комплекса на обеспечение и повышение его надёжности.

**2.1. Краткие сведения из теории**

**1 Общие сведения о наблюдениях.** Наблюдения за работой вычислительного комплекса, состоящего из программного обеспечения, аппаратной части и операторов (пользователей и обслуживающего персонала), являются одной из важнейших работ по обеспечению надёжности на стадии эксплуатации комплекса. В данной лабораторной работе студентам предлагается сымитировать работу вычислительного комплекса во время его эксплуатации путём записи данных о работе в аппаратный журнал и провести обработку данных этого журнала.

Аппаратный журнал, предложенный в [17, 18] и расположенный в файле **«Образец 1 Журнала»**, ведётся в среде **Microsoft Excel** отдельно на каждый компьютер и представляет собой книгу **Excel,** состоящую из 5-и листов (см. распечатку файла в прил. 1):

* лист 1 (титульный лист аппаратного журнала, куда заносятся сведения о наблюдаемом устройстве),
* лист 2 (журнал-1, журнал учёта наработок и простоев),
* лист 3 (журнал-2, журнал учёта отказов, ошибок, сбоев и восстановлений),
* лист 4 (дополнение к журналу–2, первичный анализ отказов)
* лист 5 (журнал-3, журнал учёта техобслуживания).

Каждый лист аппаратного журнала-образца из прил. 1 по своему формату укладывается в один лист формата А4 при распечатке. Возможно ведение журнала в двух видах.

Вид 1 аппаратного журнала используется тогда, когда твёрдая копия журнала на бумажном носителе обязательна. Форма аппаратного журнала вида 1 дана в файле «**Образец 1 Журнала».** В этом случае журнал-1, например, ведущийся в течение длительного периода (или другие журналы), может распечатываться на нескольких стандартных страницах формата А4. Поэтому в прил. 1 показана вторая страница каждого журнала со своим заголовком, а заголовок первой страницы указан над второй.

Вид 2 аппаратного журнала используется тогда, когда твёрдая копия журнала на бумажном носителе не нужна. Распечатка журнала этого вида (файл «**Образец 2 Журнала»)** показана в прил. 2 (без титульного листа, который полностью соответствует титульному листу журнала вида 1. В этом случае листы книги **Excel** полностью соответствуютлистам, указанным в абзаце 2 данной страницы. Например, журнал – 1 объёмом в 1000 строк целиком размещается на одном листе 2. Читать такой лист после распечатки на бумаге неудобно из-за отсутствия заголовков и головок таблиц, размещаемых принтером на каждом листе формата А4. Зато из-за указанного отсутствия, а также отсутствия итоговых строк этих таблиц на каждом листе, файл аппаратного журнала вида 1 меньше по объёму, чем файл журнала вида 2, а эксельные формулы для первичной обработки данных журнала проще. Возможен совмещённый вид журнала.

В некоторых случаях удобным является ведение единого общего журнала на все компьютеры в едином файле. В этом случае число листов рабочего журнала совмещённого вида должно равняться числу наблюдаемых компьютеров, умноженному на 5. Таким образом, листы 1 – 5 Вашего рабочего журнала должны содержать данные по компьютеру 1, листы 6-10 – данные по компьютеру 2 и т.д. Следовательно, если Ваш рабочий журнал рассчитан на 4 компьютера, то он представляет собой объединённый журнал из 20 листов, для экономии эксельных файлов сводящий воедино 4 аппаратных журнала – на комп № 1 (листы 1 – 5), комп № 2 (листы 6 – 10), комп № 3 (листы 11 – 15), комп № 4 (листы 16 – 20).

**2. Порядок заполнения аппаратного журнала**. Заполнение начинается с листа 1 «Титульный лист». Здесь могут вопросы о том, кто заполняет журнал-1, а кто – журнал-2 и дополнение к нему и журнал-3, а также, кто такой «отвечающий за достоверность информации в журналах». Ответ следует из формы журнала-2. В ней осмотр и мелкий ремонт при отказе выполняет и отмечает своей подписью в форме специалист самой низкой квалификации (в прил. 1, см. титульный лист – Гаркун). Он же заполняет и и подписывает журнал-1 вместе с журналом-3. Если квалификации этого специалиста недостаточно, происходит крупный ремонт, выполняемый специалистом более высокой квалификации (в прил. 1, см. титульный лист – Кнак). В этом случае журнал-2 и дополнение к нему заполняет Кнак, а если осмотр проводила и Гаркун, то журнал-2 подписывается ими совместно. «Отвечающий за достоверность информации в журналах» – это руководитель перечисленных специалистов (в прил. 1, см. титульный лист – Марков).

При простое наблюдаемого объекта информация из журнала-1 должна автоматически с помощью **Microsoft Excel** переносится в журналы 2 и 3. При этом необходимо следить, чтобы суммарное время переходов, записанных в столбцах 7-10 журнала-2 равнялось длительности отказа (столбец 7 журнала-1). Основные ячейки дополнения к журналу-3 также заполняются автоматически с помощью **Microsoft Excel.**

**3 Расчёт фактических показателей надёжности комплекса** по результатам наблюдений проводится путём обработки статистических характеристик прерывной случайной наработки или времени восстановления *tk* В частности, **математическое ожидание** (наработка комплекса на отказ) *Т* и **среднее время восстановления** работоспособного состояния компьютера *ТВ* рассчитываются по формуле (2.1)

|  |  |
| --- | --- |
|  | (2.1) |

где *N* – число отказов. При этом в (2.1) через  обозначена:

для оценки наработки компьютеров на отказ *Т –* суммарная наработка () РАБ ВСЕХ КОМПЬЮТЕРОВ, фактическая надёжность которых определяется.

для оценки среднего времени восстановления работоспособного состояния компьютеров *ТВ* – суммарное время простоев по причине отказов () ОТК.

Коэффициенты готовности *КГ* рассчитывается по формуле (2.2):

|  |  |
| --- | --- |
|  | (2.2) |

**4. Для составления программы обеспечения надёжности** из соответствующих листов аппаратного журнала выписываются сведения об отказах. Затем эти сведения анализируются и разрабатываются мероприятия по устранению причин возникновения отказов, которые сводятся в программу, примерный вид которой показан в табл. 2.1.

**5. Для составления заявки в отдел снабжения на приобретение расходных материалов** на техобслуживание оборудования на последующий за наблюдением период (например, месяц или квартал) из соответствующих листов аппаратного журнала выписываются сведения о расходе спирта и ветоши за предыдущий период (период наблюдений). Суммарный расход материала РФАКТ пересчитывается на плановый расход РПЛАН в планируемом периоде по формуле

|  |  |
| --- | --- |
| *РПЛАН = 1,1\*РФАКТ \*(ДПЛАН /ДФАКТ)* | (2.3) |

где *ДПЛАН* – число рабочих дней в планируемом периоде, *ДФАКТ* – число рабочих дней в периоде наблюдений.

Таблица 2.1 – Пример программы обеспечения надёжности

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Установленная причина отказа, сбоя | Кол-во аналогичных сбоев | Дата и № компьютера | Мероприятия по устранению | Ответствен-ный | Срок исполнения |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Нет света. Неис-правность оборудования Минских электросетей | 4 | 25.03.10 все компы | Приобрести резервные источники бесперебойного питания (4 штуки) | Отдел снабжения | месяц |
| Переполнение буфера входящих сообщений из-за пиковой активности в это время суток | 2 | 11.03.10  Комп 2 | Увеличить объем буфера | Системный администратор | 4 месяца |

**6. Аппаратный журнал позволяет также составить перечень** и количество заменённых при отказах составных частей и комплектующих. Данный перечень даёт возможность составления по формуле, аналогичной (2.3), заявки в отдел снабжения на приобретение запасных составных частей и комплектующих оборудования на последующий за наблюдением период (например, месяц или квартал).

**7. Определённые в пп. 3-6** результаты вставляются в анализ фактической надёжности, составляемый по нижеприведенной схеме:

АНАЛИЗ ФАКТИЧЕСКОЙ НАДЁЖНОСТИ

вычислительных комплексов интернет-кафе

А. Расчёт фактической надёжности

Б. Программа обеспечения надёжности.

В. Предложения в заявки в отдел снабжения на приобретение расходных материалов на техобслуживание оборудования, а также приобретение запасных составных частей и комплектующих оборудования.

**2.2. Практическая часть (порядок выполнения лабораторной работы)**

1. Изучите аппаратный журнал, расположенный в файле **«Образец 1 Журнала».**

2. Создайте согласно заданному преподавателем варианту (табл. 2.2) свой рабочий журнал (книгу **Microsoft Excel**) совмещённого вида на базе файла **«Образец 1 Журнала»**, назвав его своей фамилией, например, **«Журнал Кушеля»** (в общем виде **– «Журнал Студента»).**

Таблица 2.2 – Варианты общих сведений по наблюдениям за работой компьютеров интернет-кафе

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Число наблюдаемых компьютеров | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Длительность рабочего дня, час | 18 | 18 | 16 | 16 | 14 | 14 | 12 | 12 | 10 | 10 | 8 | 8 |
| Период наблюдений, с 01.10 текущего года | 7 суток (выходные пропускаются) | | | | | | | | | | | |
| Вариант конфигурации компьютера  (см. табл. 4.3) | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Простои по причине отсутствия пользователя – номер описания варианта в табл. 4.4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Простои по причине планового техобслуживания  номер описания варианта в табл. 4.5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Отказы– номер описания варианта – табл. 4.6 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |

Возможен вариант создания отдельного журнала на каждый компьютер.

3. Заполните своими данными титульные листы журналов на каждый комп (листы 1, 6, 11, и т.д. в зависимости от числа компьютеров) по образцу листа 1 файла **«Образец 1 Журнала»**. Свои данные выберите согласно варианту из табл. 2.2, фамилии обслуживающего персонала замените на свои, вместо заводского и инвентарного номера укажите номер компа, остальные данные можно оставить прежними.

Таблица 2.3 – Варианты основной конфигурации компьютеров

|  |  |
| --- | --- |
| Номер варианта | Конфигурация |
| 1, 4, 7, 10 | Процессор - Pentium-4 2000, HDD SEAGATE\_160\_7200\_ST3160812A, ОЗУ DDR2 1024 мБ, монитор TFT LG LCD 17'', дата ввода в эксплуатацию 02.02.07 |
| 2, 5, 8, 11 | Процессор Celeron 600 мГц, ОЗУ DDR 256 мБ, HDD SAMSUNG SP40\_7200, монитор Flatron CRP 795 FT 17'', дата ввода в эксплуатацию 02.02.02 |
| 3, 6, 9, 12 | Процессор Intel Pentium Dual Core 2200 , HDD SAMSUNG\_400\_HD400LD, ОЗУ 1024 мБ, монитор TFT LG №19'', дата ввода в эксплуатацию 01.12.09 |

4. Изучив листы 2-5 файла «**Образец 1 Журнала»,** заполните своими данными (свои данные согласно варианту в табл. 1, 3 – 7) листы Вашего рабочего журнала, соответствующие Журналу-2 (журнал учёта отказов, ошибок, сбоев и восстановлений) и Журналу-3 (журнал учёта техобслуживания). Помните, что простои компьютеров по причине отсутствия пользователя (табл. 2.4), а также на время техобслуживания (табл. 2.5) обязательны.

Вместо рекомендуемых данных из табл. 2.2 – 2.6, выполняющий лабораторную работу может взять любые свои данные. Однако непременное условие при этом – объём данных должен быть не меньше, чем в табл.2.2 – 2.7. Реальные данные, подписанные реальным системным администратором, будут приветствоваться и повышать оценку на экзамене.

Таблица 2.3 – Варианты простоев компьютеров по причине отсутствия пользователя

|  |  |
| --- | --- |
| Номер варианта | Описание простоя – длительность каждого простоя 8 часов или по желанию выполняющего лабораторную работу |
| 1, 2, 3 | Простаивает компьютер № 1 – через сутки, начиная с первых |
| 4, 5, 9 | Простаивает компьютер № 1 – через сутки, начиная со вторых |
| 6, 10 | Простаивает компьютер № 2 – через сутки, начиная с первых |
| 11, 12 | Простаивает компьютер № 2 – через сутки, начиная со вторых |
| 7 | Простаивают компьютеры №№ 1, 3 – через сутки, начиная с первых |
| 8 | Простаивают компьютеры №№ 1, 3 – через сутки, начиная со вторых |

Таблица 2.4 – Варианты планового техобслуживания компьютеров\*

|  |  |
| --- | --- |
| Номер варианта | Описание планового техобслуживания – длительность каждого 15 мин или по желанию выполняющего лабораторную работу |
| 1, 4, 7, 10 | Техобслуживание в начале каждой 8-часовой смены, например, длительность работы 18 час начиная с включения компьютера в 6-00, техобслуживание с 6-00 до 6-15, затем работа, снова техобслуживание с 14-00 до 14-15, затем работа, снова техобслуживание с 22-00 до 22-15, затем работа до выключения компьютера в 24-00, на следующие сутки включение компьютера в 6-00, первое техобслуживание через 8-2=6 часов, т.е. с 12-00 до 12-15 |
| 2, 5, 8, 11 | Техобслуживание в середине каждой 8-часовой смены, например, длительность работы 14 час начиная с включения компьютера в 9-00, работа, техобслуживание с 13-00 до 13-15, затем работа, снова техобслуживание с 21-00 до 21-15, затем работа до выключения компьютера в 24-00, на следующие сутки включение компьютера в 9-00, первое техобслуживание через 8-3=5 часов, т.е. с 15-00 до 15-15 |
| 3, 6, 9, 12 | Техобслуживание в конце каждой 8-часовой смены, например, длительность работы 16 час начиная с включения компьютера в 8-00, работа, техобслуживание с 15-45 до 16-00, затем работа, снова техобслуживание с 1-00 до 14-15, затем работа, снова техобслуживание с 23-45 до 24-00, затем выключение компьютера в 24-00, на следующие сутки всё повторяется |

\*периодичность – через 8 часов (по желанию выполняющего лабораторную работу эту длительность можно изменить), техобслуживание проходит каждый компьютер, при простое по причине отсутствия пользователя техобслуживание не выполняется

Таблица 2.5 – Варианты историй отказов компьютеров (отказы, помеченные соответствующими номерами, и их длительности описаны в табл. 2.7)

|  |  |
| --- | --- |
| Номер варианта | Описание истории |
| 1 | 2 |
| 1 | Комп № 1 – отказ № 2 на вторые сутки в 10-10, отказ № 3 на вторые сутки в 15-40, отказ № 8 на вторые сутки в 21-05, отказ № 9 на четвёртые сутки в 14-25, отказ № 5 на четвёртые сутки в 19-40, отказ № 4 на шестые сутки в 12-00 |
| Продолжение табл. 2.5 | |
| 1 | 2 |
| 2 | Комп № 1 –отказ № 6 на первые сутки в 10-10, отказ № 8 на первые сутки в 21-05, отказ № 2 на третие сутки в 19-10, отказ № 3 на пятые сутки в 14-25, отказ № 9 на пятые сутки в 19-40, отказ № 5 на седьмые сутки в 12-00, отказ № 4 на седьмые сутки в 21-20 |
| 3с | Комп № 1 – отказ № 8 на вторые сутки в 10-10, отказ № 3 на четвёртые сутки в 10-10, отказ № 2 на четвёртые сутки в 14-25, отказ № 9 на шестые сутки в 9-40, отказ № 4 на шестые сутки в 12-10, комп № 2 – отказ № 8 в первые сутки в 10-50, отказ № 5 на вторые сутки в 09-30, отказ № 2 на третьи сутки в 14-25, отказ № 4 на четвёртые сутки в 10-50, отказ № 5 на пятые сутки в 12-00, отказ № 2 на шестые сутки в 11-50 |
| 4 | Комп № 2 – отказ № 8 на первые сутки в 10-10, отказ № 3 на третьи сутки в 10-10, отказ № 2 на третьи сутки в 14-25, отказ № 9 на пятые сутки в 9-40, отказ № 4 на седьмые сутки в 12-10, комп № 1 – отказ № 8 в первые сутки в 10-50, отказ № 5 на вторые сутки в 09-30, отказ № 2 на третьи сутки в 14-25, отказ № 4 на четвёртые сутки в 10-50, отказ № 5 на пятые сутки в 12-00, отказ № 2 на шестые сутки в 11-50 |
| 5 | Комп № 1 – отказ № 1 на вторые сутки в 09-10, отказ № 3 на четвёртые сутки в 14-10, отказ № 9 на пятые сутки в 10-40, отказ № 4 на шестые сутки в 16-10, комп № 2 – отказ № 1 на вторые сутки в 19-10, отказ № 3 на четвёртые сутки в 14-10, отказ № 2 на четвёртые сутки в 18-25, отказ № 9 на шестые сутки в 10-40, отказ № 4 на шестые сутки в 16-10 |
| 6 | Комп № 1 – отказ № 2 на первые сутки в 18-25, отказ № 1 на вторые сутки в 09-10, отказ № 3 на четвёртые сутки в 14-10, отказ № 9 на пятые сутки в 10-40, отказ № 4 на шестые сутки в 16-10, комп № 2 – отказ № 2 на первые сутки в 8-10, отказ № 1 на третьи сутки в 09-15, отказ № 9 на пятые сутки в 12-10, отказ № 3 на пятые сутки в 17-25, отказ № 4 на седьмые сутки в 9-40, отказ № 5 на седьмые сутки в 17-00 |
| 7 | Комп № 2 –отказ № 9 на вторые сутки в 12-15, отказ № 2 на четвёртые сутки в 08-10, отказ № 1 на четвёртые сутки в 15-25, отказ № 4 на шестые сутки в 9-40, отказ № 5 на шестые сутки в 16-30, комп № 1 – отказ № 2 на первые сутки в 11-55, отказ № 1 на вторые сутки в 16-20, отказ № 6 на четвёртые сутки в 13-40, отказ № 6 на пятые сутки в 10-00, отказ № 9 на шестые сутки в 11-05, отказ № 5 на шестые сутки в 14-45, отказ № 4 на седьмые сутки в 15-50 |
| 8 | Комп № 1 – отказ № 1 на первые сутки в 09-10, отказ № 2 на третьи сутки в 10-40, отказ № 9 на пятые сутки в 11-25, отказ № 5 на пятые сутки в 16-40, отказ № 4 на седьмые сутки в 12-00, комп № 2 – отказ № 2 на первые сутки в 15-55, отказ № 1 на вторые сутки в 10-20, отказ № 6 на четвёртые сутки в 13-40, отказ № 6 на пятые сутки в 17-00, отказ № 9 на шестые сутки в 10-05, отказ № 5 на шестые сутки в 15-45, отказ № 4 на седьмые сутки в 11-50, комп № 3 – отказ № 2 на первые сутки в 08-55, отказ № 1 на вторые сутки в 10-20, отказ № 6 на третьи сутки в 12-40, отказ № 9 на четвёртые сутки в 11-05, отказ № 5 на шестые сутки в 14-45, отказ № 4 на седьмые сутки в 15-50 |
| 9 | Комп № 1 – отказ № 1 на вторые сутки в 10-10, отказ № 7 на четвёртые сутки в 10-10, отказ № 2 на четвёртые сутки в 14-25, отказ № 6 на шестые сутки в 9-40, комп № 2 – отказ № 3 в первые сутки в 10-50, отказ № 7 на третьи сутки в 09-30, отказ № 2 на третьи сутки в 14-25, отказ № 6 на четвёртые сутки в 10-50, отказ № 6 на пятые сутки в 12-00, отказ № 6 на шестые сутки в 11-50, отказ № 6 на седьмые сутки в 09-15 |
| Окончание табл. 2.5 | |
| 1 | 2 |
| 10 | Комп № 1 –отказ № 6 на вторые сутки в 12-25, отказ № 7 на четвёртые сутки в 10-10, отказ № 2 на четвёртые сутки в 14-25, отказ № 6 на шестые сутки в 9-40, комп № 2 –отказ № 6 в первые сутки в 11-40, отказ № 7 на вторые сутки в 15-10, отказ № 2 на третьи сутки в 14-25, отказ № 6 на четвёртые сутки в 9-40, отказ № 6 на пятые сутки в 15-30, отказ № 5 на шестые сутки в 14-25, отказ № 6 на седьмые сутки в 09-25 |
| 11 | Комп № 1 – отказ № 2 на вторые сутки в 10-10, отказ № 7 на четвёртые сутки в 10-10, отказ № 2 на четвёртые сутки в 14-25, отказ № 6 на шестые сутки в 9-40, комп № 2 – отказ № 6 в первые сутки в 10-50, отказ № 1 на вторые сутки в 09-30, отказ № 2 на третьи сутки в 14-25, отказ № 6 на четвёртые сутки в 10-50, отказ № 6 на пятые сутки в 12-00 |
| 12 | Комп №1 – отказ № 6 в первые сутки в 10-10, отказ № 7 на третьи сутки в 10-10, отказ № 2 на пятые сутки в 14-25, отказ № 6 на седьмые сутки в 9-40, отказ № 6 на седьмые сутки в 12-00, комп № 2 – отказ № 6 в первые сутки в 15-10, отказ № 7 на пятые сутки в 10-10, отказ № 2 на седьмые е сутки в 14-25 |

Таблица 2.6 – Номера типовых отказов компьютеров и длительности переходов по их устранению\*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер отка-за | Вид | Внешнее  проявление отказа | Длительность устранения отказа, мин | Действия по устранению отказа |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | Отказ винчестера | Не определяется | 3 часа 45 мин, в т.ч. – ОО – 15 мин, ОМР – 15 мин, ОКР – 15 мин, КР – 180 мин | КР – замена винчестера, переустановка ОС |
| 2 | Наличие вируса | В зависимости от вида вируса | 1 час, в т.ч. – ОО – 15 мин, ОМР – 45 мин | Переустановка антивируса и чистка памяти |
| 3 | Некачественная установка ОС | Тормозится выполнение всех операций | 1 час 55, в т.ч. – ОО – 15 мин, ОМР – 100 мин | Переустановка ОС |
| 4 | Отказ монито-ра у «продви-нутого пользователя» | Сообщение – установите правильное разрешение | 45 мин, в т.ч. – ОО – 15 мин, ОМР – 30 мин | Восстановление настроек мони-тора, сбитых «продвинутым» |
| 5 | Отказ монитора | Мигает изображение | 1 час, в т.ч. – ОО – 15 мин, ОМР – 15 мин, ОКР – 15 мин, КР – 15 мин | КР – замена монитора |
| 6 | Отказ мыши | Нет перемещения маркера по экрану | 30 мин, в т.ч. – ОО – 15 мин, ОМР – 15 мин | ОМР – замена мыши |
| 7 | Отказ блока питания | При вставке флэш-драйв сообщение – недостаточно питания | 1 час 30 мин, в т.ч. – ОО – 15 мин, ОМР – 15 мин, ОКР – 15 мин, КР – 45 мин | КР – замена блока питания |
| Окончание таблицы 2.6 | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 8 | Пользователь вызывает техподдержку и задаёт вопро-сы о работе Word 2007 | Отказ персонала (пользователя) – не умеет работать с Word 2007 | 30 мин, в т.ч. ОО – 15 мин, ОМР – 15 мин (ОМР – ответы на вопросы) | Пользователю помогли и сооб-щили руководст-ву о необходимо-сти повышения квалификации |
| 9 | Не работает программа «Почтовый клиент» | При нажатии на папку «входящие» непрочитанные письма должны помечаться жирным, но этого нет | 1,5 часа, в т.ч. – ОО – 15 мин, ОМР – 15 мин, ОКР – 15 мин, КР – 45 мин (уда-ление программы по указанию шефа | Ошибка тестировщиков, необходима доработка ПО и дополнительное тестирование |

\*сокращения: ОС – операционная система, остальные сокращения – см. п. 2.1.3

5. Проведите предварительную обработку созданного Вами журнала, названного в общем виде в п. 2.2 **«Журнал Студента»** (например, **«Журнал Кушеля»),** средствами **Microsoft Excel** (найдите суммарную наработку, суммарное время простоев отдельно по причине отказов, техобслуживания, простоев других видов, суммарное число отказов).

6. По формулам (2.1), (2.2) рассчитайте показатели фактической надёжности оборудования (наработку на отказ, среднее время восстановления работоспособного состояния, коэффициент готовности). При расчёте в среде **Microsoft Excel** опишите алгоритм расчёта (порядок расчёта, включая рабочие эксельные формулы).

7. По образцу табл. 2.1 составьте программу обеспечения надёжности

8. По формуле (2.3) рассчитайте Ваши предложения в заявку в отдел снабжения на приобретение расходных материалов на техобслуживание оборудования. Примерный плановый расход материалов на техобслуживание возьмите из табл. 2.7

Таблица 2.7 – Плановый расход материалов на техобслуживание

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование материалов | Единица измерения | Расход на одно техобслуживание | Примечание |
| Спирт | Грамм | 10 |  |
| Ветошь | Грамм | 10 |  |

9. По формуле, аналогичной (2.3), и используя дополнение к журналу-2, рассчитайте Ваши предложения в заявку в отдел снабжения на приобретение на приобретение запасных составных частей и комплектующих оборудования.

10. Объедините результаты выполнения предыдущих пунктов в единый анализ фактической надёжности.

**2.3. Содержание отчёта**

1. Название курса, название и номер лабораторной работы, ф. и. о. и номер группы студента, дату выполнения работы.

2. Анализ фактической надёжности.

3. Выводы по пп. 1-2 практической части лабораторной работы № 2.

**2.4. Задания для самоподготовки и самопроверки**

1. Для чего нужны наблюдения за аппаратной и программной частью вычислительного комплекса?

2. Каким образом наблюдения по п. 2.4.1 способны повысить его надёжность?

3. Какие виды отказов вычислительного комплекса по терминологии ГОСТ 27.002-89 можно фиксировать при наблюдениях за его работой? Кто виновник этих отказов?

4. Охарактеризуйте наиболее часто распространённые методы борьбы с аппаратными отказами вычислительного комплекса.

5. Охарактеризуйте наиболее часто распространённые методы борьбы с программными отказами вычислительного комплекса.

6. На какие группы делятся процессы жизненного цикла программных средств согласно СТБ 12207-2003 [7]? Перечислите состав процессов каждой группы.

7. В чём согласно [16] отличие СТБ 12207-2003 [7] и ISO/IEC 12207:1995 Standard [6] от ISO/IEC 12207:2008 Standard [8]?

8. В каких процессах по п. 2.4.6 целесообразно применять тестирование программных средств? Какие виды тестирования целесообразно выбрать для каждого процесса?

9. Что является препятствием для проведения наблюдений по п. 2.4.1?

10. Что мешает проведению работ по обеспечению надёжности вычислительного комплекса на стадиях разработки и изготовления?

11. Как результаты наблюдений за аппаратной и программной частью вычислительного комплекса взаимосвязаны с основными положениями ГОСТ 27.205–97 [4, 5]?

12. Какие показатели фактической надёжности Вы знаете? Приведите примеры их расчёта.

13. Покажите на примерах, в чём отличие коэффициента готовности от коэффициента технического использования?

14. Опишите последовательно состав данных, фиксируемых при наблюдениях в каждом листе аппаратного журнала.

15. Есть ли связь и какая между данными различных листов аппаратного журнала? Приведите примеры.

16. В чём отличие листа 2 аппаратного журнала (журнала-1, журнала учёта наработок и простоев) для вычислительного комплекса и для сервера?

17. Для чего нужны анализ фактической надёжности и программа обеспечения надёжности?

18. Зачем нужен листа 5 аппаратного журнала (журнала-3, журнала учёта техобслуживания)? Приведите пример практического использования информации названного журнала.

19. Запишите рабочие эксельные формулы, используемые в листе 2 аппаратного журнала (журнала-1, журнала учёта наработок и простоев).

18. Запишите рабочие эксельные формулы, используемые в листе 3 аппаратного журнала (журнала-2, журнала учёта журнал учёта отказов, ошибок, сбоев и восстановлений).

19. Что такое отказы, ошибки, сбои и восстановления для п. 2.4.18?

20. Запишите рабочие эксельные формулы, используемые в листе 4 аппаратного журнала (дополнение к журналу–2, первичный анализ отказов).

21. Запишите рабочие эксельные формулы, используемые в листе 5 аппаратного журнала (журнала-3, журнала учёта техобслуживания).

22. На какие технологические переходы целесообразно делить операцию восстановления работоспособного состояния?

23. Перечислите и кратко опишите возможные причины простоев вычислительного комплекса во время наблюдений.

14. Назовите другие (кроме **Microsoft Excel**) стандартные или общеиспользуемые программные средства для ведения аппаратного журнала и сравните их достоинства или недостатки по сравнению с **Microsoft Excel**.

25. Предложите алгоритмы дальнейшей автоматизированной обработки данных, хранящихся в собранных за определённый период различных аппаратных журналах.

**Литература**

1. ГОСТ 27.002–89. Надёжность в технике. Термины и определения. – М.: Изд-во стандартов, 1989. – 37 с.

2. ГОСТ 27.005-97. Надёжность в технике. Модели отказов. Основные положения. – Мн.: Госстандарт РБ, 2005. – 46 с.

3. Изменение № 1 BY\* ГОСТ 27.005–97. Надёжность в технике. Модели отказов. Основные положения. – Мн.: Госстандарт, 2008. – 1 с.

4. ГОСТ 27.205–97. Надёжность в технике. Проектная оценка надёжности сложных систем с учётом технического и программного обеспечения и оперативного персонала. – Мн.: Госстандарт РБ, 2005. – 19 с.

5. Изменение № 1 BY\* ГОСТ 27.205–97. Надёжность в технике. Проектная оценка надёжности сложных систем с учётом технического и программного обеспечения и оперативного персонала. Основные положения. – Мн.: Госстандарт, 2008. – 1 с.

6. ISO/IEC 12207:1995 Standard for Information Technology – Software LifeCycle Processes. (Процессы жизненного цикла программных средств. – Введ. 1995-08-01. – Женева : ISO/IEC, 1995.

7. СТБ 12207-2003. Информационные технологии – Процессы жизненного цикла программного обеспечения.– Мн.: Госстандарт РБ, 2003. – 19 с.

8. ISO/IEC 12207:2008. Системная и программная инженерия – Процессы жизненного цикла программных средств. – Введ. 2008-02-01. – Нью-Йорк : ISO/IEC-IEEE, 2008.

9. Половко А.М. Основы теории надёжности.– М.: Наука, 1964. (Polovko A.M. Fundamentals of reliability theory. Translation edited by Pierce W.H. – New York: Academic Press, Inc., 1968).

10. Половко А.М. Основы теории надёжности / А.М. Половко, С.В. Гуров. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.: БХВ-Петербург, 2006. – 704 с.

11. Иыуду К.А. Оптимизация устройств автоматики по критерию надёжности. – М.: Энергия, 1966. – 194 с.

12. Смирнов А.Н. Надежность устройств автоматики и телемеханики. – Мн: Вышэйшая школа, 1973. – 192 с

13. Тейер Т., Липов М., Нельсон Э. Надёжность программного обеспечения. – М.: Мир, 1981. – 323 с.

14. Бахтизин В.В., Глухова Л.А. Стандартизация и сертификация программного обеспечения. - Мн.: БГУИР, 2006. – 200 с.

15. Липаев В.В. Надежность программных средств. – Москва: СИНТЕГ, – 280 с.

16. Бахтизин В.В., Глухова Л.А. Эволюция процесса разработки в жизненном цикле программных средств // Информационные системы и технологии (IST”2010): Материалы VI Междунар. конф. (Минск, 24-25 ноября 2010 г.). – Мн.: А.Н.Вараксин, 2010. – 694 с. – С. 352-356.

17. Бахтизин В.В., Леванцевич В.И., Лукашик О.А., Сечко Г.В. Организация наблюдений за работой оборудования компьютерного класса / Современная радиоэлектроника: научные исследования и подготовка кадров: сб. материалов (по итогам работы МНПК, Минск, 10-11 апреля 2007 г.): в 4 ч. – Мн.: МГВРК, 2007. – Ч. 2 (196 с.). – С. 19-21.

18. Бахтизин В.В., Лукашик О.А., Сечко Г.В. Формы для сбора и обработки результатов наблюдений за работой компьютеров // Тез. докл. 5-й белорусско-российской НТК “Технические средства защиты информации”, Нарочь, 28 мая-1 июня 2007 года). – Мн.: БГУИР, 2007. – С. 37.

**ПРИЛОЖЕНИЕ 1 – Распечатка файла «Образец 1 журнала»**

|  |  |
| --- | --- |
| **Наименование характеристики** | **Расшифровка характеристики** |
|
| Наименование оборудования | ПЭВМ "Prestigio" |
| Тип или краткие технические характеристики, состав (при необходимости) | Процессор -Core2Duo, ОЗУ 2048 mb, HDD 500 Gb, сетевая карта (встроеная), монитор PHILIPS LCD 190SW 19", мышь оптическая, клавиатура |
| Изготовитель | ООО "Асбис" |
| Примерная дата изготовления | 2009 год |
| Заводской номер | 3740012 |
| Дата ввода в эксплуатацию | 03.08.2009 |
| Инвентарный номер | 11 |
| Место установки оборудования | Зал интернет-кафе |
| Установленное программное обеспечение | Windows-XP(SP-3), сетевое ПО "Putty", программа «Почтовый клиент» |
| Параметры режимов работы (из эксплуатационного документа) | Температура -- 20 --25 град С, влажность 60-70 %, запылённость – не указана |
| Фактические условия эксплуатации в период наблюдений | Температура -- 23 град С, влажность 70 %, запылённость не измерялась |
| ФИО заполняющего Журнал-1, телефон | Гаркун Лилия Антоновна, т. 017-208- 02-15, +375-29-694-24-47 |
| ФИО заполняющего Журнал-2, телефон | Кнак Иван Петрович, т. 017-208- 02-15, +375-29-764-28-15 (или Гаркун) |
| ФИО отвечающего за достоверность информации в журналах, телефон | Марков Михаил Сергеевич, т. 017-208- 02-15, +375-25-777-88-55 |
| Период наблюдений | С 05.03.2010 по 31.05.2010 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | *Заголовок первого листа журнала-1* | | | | | |  |  |  |  |  |
| Таблица П.1.2. Журнал-1 для компьютера 11 | | | | | |  |  |  |  |  |  |
|  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | *Второй лист журнала-1* | | | | |  |  |  |  |  |  |
| Продолжение табл. П.1.2 | | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ЖУРНАЛ УЧЁТА НАРАБОТОК И ПРОСТОЕВ (ЖУРНАЛ-1) | | | | | | | | | | |  |
|  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Дата | | Время текущего состояния | | | | Длительность текущего состояния (мин) | | | | Приме-чание | ФИО сделавшего запись |
| работа | простой | | |
| начало | | окончание | | отказ | техобс-лужи-вание | прочие причины |
| час | мин | час | мин |
| 1 | | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| 24.03.2010 | | 9 | 00 | 18 | 00 | 540 |  |  |  |  | Гаркун |
| 25.03.2010 | | 9 | 00 | 15 | 20 | 380 |  |  |  |  | Гаркун |
| 25.03.2010 | | 15 | 20 | 15 | 40 |  | 20 |  |  | См. журн-2 | Гаркун |
| 25.03.2010 | | 15 | 40 | 18 | 00 | 140 |  |  |  |  | Гаркун |
| 26.03.2010 | | 9 | 30 | 18 | 00 | 510 |  |  |  |  | Гаркун |
| 29.03.2010 | | 9 | 00 | 9 | 10 | 10 |  |  |  |  | Гаркун |
| 29.03.2010 | | 9 | 10 | 9 | 20 |  | 10 |  |  | См. журн-2 | Гаркун |
| 29.03.2010 | | 9 | 20 | 17 | 30 | 490 |  |  |  |  | Гаркун |
| 29.03.2010 и т.д. | | 17 | 30 | 18 | 00 |  |  | 30 |  |  | Гаркун |
| Итого по данному листу Журнала-1 | | | | | | 2070 | 30 | 30 | 0 |  | Гаркун |
|  |  |  |  |  |  |
| Итого по всем листам Журнала-1, начиная с первого и заканчивая данным : | | | | | | 2250 | 110 | 30 | 0 |  | Гаркун |
|  |  |  |  |  |  |
| Число отказов | на данном листе | |  |  | 2 |  | по всем листам |  |  | 3 | Гаркун |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | *Заголовок первого листа журнала-2* | | | | | |  |  |  |  |  |
| Таблица П.1.3. Журнал-2 для компьютера 11 | | | | | | |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | *Второй лист журнала-2* | | | | |  |  |  |  |  |  |
| Продолжение табл. П.1.3 | | | | |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ЖУРНАЛ УЧЁТА ОТКАЗОВ, ОШИБОК, СБОЕВ И ВОССТАНОВЛЕНИЙ (ЖУРНАЛ-2) | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Дата | Время текущего состояния | | | | Общая | Переходы, час | | | | Примечание | ФИО сделавшего запись |
| длит-ть  отказа, | ожидание  осмотра | осмотр  и мелкий  ремонт | ожидание  крупного  ремонта | крупный ремонт |
| Начало | | окончание | |
| час | мин | час | мин | час |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 25.03.2010 | 15 | 20 | 15 | 40 | 0,33 | 0 | 0,33 |  |  | Замена планки памяти | Гаркун |
| 29.03.2010 | 9 | 10 | 9 | 20 | 0,17 | 0 | 0,17 |  |  | Замена мышки | Гаркун |
|  | Итого: | | | | 0,5 | 0 | 0,5 |  |  |  | Гаркун |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | *Заголовок первого листа дополнения к журналу-2* | | | | | |  |  |  |  |  |
| Таблица П.1.4. Журнал-2-доп для компьютера 11 | | | | | | |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | *Второй лист журнала-2-доп* | | | | |  |  |  |  |  |  |
| Продолжение табл. П.1.4 | | | | | |  |  |  |  |  |  |
| ДОПОЛНЕНИЕ К ЖУРНАЛУ-2 (ПЕРВИЧНЫЙ АНАЛИЗ ОТКАЗОВ) | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Дата | Время текущего состояния | | | | Внешнее проявление отказа, сбоя, или ошибки | Наименование отказавшей детали, сборочной единицы, или программного продукта, их входимость | Способ устранения отказа | Предполагаемая причина отказа, сбоя, ошибки | | | ФИО сделавшего запись |
|
| Начало | | окончание | | по мнению осматривающего | по мнению ремонтирующего | |
| час | мин | час | мин |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |  | 11 |
| 25.03.2010 | 15 | 20 | 15 | 40 | Выпадение в BSOD | Планка памяти Kingston 1024Mb | Замена планки памяти | Брак | Брак | | Гаркун  Кнак |
| 29.03.2010 | 9 | 10 | 9 | 20 | Отказала левая кнопка мыши | Компьютерная мышь Chicony | Замена мыши | Выработала ресурс | Выработала ресурс | | Гаркун  Кнак |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | *Заголовок первого листа журнала-3* | | | | | | | |  |  |  |  |
| Таблица П.1.5. Журнал-3 для компьютера 11 | | | | | | | | |  |  |  |  |
|  |  |  |  | |  | | |  |  |  |  |  |
|  | *Второй лист журнала-3* | | | | | | | |  |  |  |  |
| Продолжение табл. П.1.5 | | | | |  | | |  |  |  |  |  |
| ЖУРНАЛ УЧЁТА ТЕХОБСЛУЖИВАНИЯ (ЖУРНАЛ-3) | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  | |  | |  | |  |  |  |  |
| Дата про-  ведения  работ | Продолжительность  проведения работ | | | | | Наименование работ  по профилактике и техобслуживанию | | | Наименование и количество  израсходованных  материалов | | ФИО и подпись  выполнившего  работы | |
|  | Начало | | окончание | | |
|  | час | мин | час | мин | | ветошь, г | спирт, г |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | 6 | | | 7 | 8 | 9 |  |
| 29.03.2010 | 17 | 30 | 18 | 00 | | протирка контактов,  диагностика | | | 10 | 10 | Гаркун | |
|  |  |  |  |

**ПРИЛОЖЕНИЕ 2 – Распечатка файла «Образец 2 Журнала»**

ЖУРНАЛ УЧЁТА НАРАБОТОК И ПРОСТОЕВ (ЖУРНАЛ-1)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Дата | Время текущего состояния | | | | Длительность текущего состояния (мин) | | | | Приме-чание | ФИО сделавшего запись |
| работа | простой | | |
| начало | | окончание | | отказ | техобс-лужи-вание | прочие причины |
| час | мин | час | мин |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| 05.03.2010 | 9 | 00 | 18 | 00 | 540 |  |  |  |  | Гаркун |
| и т.д. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 24.03.2010 | 9 | 00 | 18 | 00 | 540 |  |  |  |  | Гаркун |
| и т.д. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 31.05.2010 | 9 | 00 | 18 | 00 | 540 |  |  |  |  | Гаркун |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Итого по Журналу-1 |  |  |  |  | 25500 | 2540 | 420 | 8000 |  | Гаркун |
| Отказов |  |  |  |  |  |  |  |  | 21 | Гаркун |

ЖУРНАЛ УЧЁТА ОТКАЗОВ, ОШИБОК, СБОЕВ И ВОССТАНОВЛЕНИЙ (ЖУРНАЛ-2)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Дата | Время текущего состояния | | | | Общая  длит-ть  отказа, | Переходы, час | | | | Примечание | ФИО сделавшего запись |
| ожидание  осмотра | осмотр  и мелкий  ремонт | ожидание  крупного  ремонта | крупный ремонт |
| Начало | | окончание | |
| час | Мин | час | мин | час |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 05.03.2010 | 9 | 00 | 18 | 00 |  |  |  |  |  |  | Гаркун |
| и т.д. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 24.03.2010 | 9 | 00 | 18 | 00 |  |  |  |  |  |  | Гаркун |
| и т.д. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 31.05.2010 | 9 | 00 | 18 | 00 |  |  |  |  |  |  | Гаркун |
|  | Итого: | | | | 2540 | 590 | 510 | 420 | 1020 |  | Гаркун |

ДОПОЛНЕНИЕ К ЖУРНАЛУ-2 (ПЕРВИЧНЫЙ АНАЛИЗ ОТКАЗОВ)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Дата | Время текущего состояния | | | | Внешнее проявление отказа, сбоя, или ошибки | Наименование отказавшей детали, сборочной единицы, или программного продукта, их входимость | Способ устранения отказа | Предполагаемая причина отказа, сбоя, ошибки | | | ФИО сделавшего запись |
|
| начало | | окончание | | по мнению осматривающего | по мнению ремонтирующего | |
| час | мин | час | мин |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |  | 11 |
| 25.03.2010 | 15 | 20 | 15 | 40 | Выпадение в BSOD | Планка памяти Kingston 1024Mb | Замена планки памяти | Брак | Брак | | Гаркун  Кнак |
| и т.д. |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | Гаркун  Кнак |

ЖУРНАЛ УЧЁТА ТЕХОБСЛУЖИВАНИЯ (ЖУРНАЛ-3)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Дата про-  ведения  работ | Продолжительность  проведения работ | | | | | Наименование работ  по профилактике  и техобслуживанию | Наименование и количест-  во израсходованных  материалов | | ФИО и подпись  выполнившего  работы | |
|  |  |  | |  |
|  | начало | | окончание | | | ветошь, г | спирт, г |
|  | час | мин | час | мин | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | 6 | 7 | 8 | 9 |  |
| 29.03.2010 | 17 | 30 | 18 | 00 | | протирка контактов,  диагностика | 10 | 10 | Гаркун |  |
|  |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| и т.д. |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  | | всего | 140 | 140 | Гаркун |  |

*Учебное издание*

**Бахтизин** Вячеслав Вениаминович

**Николаенко** Евгений Владимирович

**Сечко** Георгий Владимирович

**Таболич**Татьяна Георгиевна

МОДЕЛИ ОТКАЗОВ И НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ОТКАЗАМИ

**Лабораторный практикум**

по курсу «Надёжность программного обеспечения (НПО)» для студентов специальности

«Программное обеспечение информационных технологий»

вечерней формы обучения

Редактор

Корректор

Компьютерная верстка

Подписано в печать Формат 60×84 1/16. Бумага офсетная

Гарнитура «Таймс» Печать ризографическая. Усл. печ. л.

Уч. -изд. л. Тираж 100 экз. Заказ

Издатель и полиграфическое исполнение: Учреждение образования

«Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»

ЛП № 02330 / 0494371 от 16.03.2009. ЛП № 02330 / 0494175 от 30.04.2009.