ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.14 Надежность, эргономика и качество АСОИУ

Направление подготовки *09.03.01 Информатика и вычислительная техника*

Профиль образовательной программы *Автоматизированные системы обработки информации и управления*

Форма обучения *заочная*

СОДЕРЖАНИЕ

1. КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

1. 1 Лекция №1 (2 часа).

Тема: «Общие сведения о надежности»

1.1.1 Вопросы лекции:

1. Основные понятия и определения: элементы, модели, функции, системы.
2. Единичные и комплексные характеристики надежности и аналитические связи между ними.
3. Долговечность. Ремонтопригодность. Сохраняемость.
4. Влияние различных факторов на показатели надежности. Характеристики случайных величин и событий.
5. Потоки случайных событий.
6. Основные характеристики случайных величин и их связь с характеристиками надежности.

1.1.2 Краткое содержание вопросов

"Надежность" – свойство системы сохранять во времени в установленных пределах значение всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания ремонтов, хранения и транспортирования.

Надежность изделий, предназначенных для длительной эксплуатации, а к ним относится и аппаратура ТСО, обуславливается безотказностью, ремонтопригодностью и сохраняемостью, а также долговечностью.

Безотказность – свойство изделия сохранять работоспособность в течение некоторой наработки без вынужденных перерывов вследствие отказов.

Ремонтопригодность – свойство изделия, заключающееся в приспособленности и предупреждению, обнаружению причин возникновения его отказов, повреждений и устранению их последствий путем проведения ремонтов и технического обслуживания

Для ТСО, периоды использования, которых чередуются с периодами хранения, а также транспортировкой, большое значение имеет сохраняемость – свойство непрерывно сохранять исправное и работоспособное состояние в течение и после хранения и транспортировки.

Не менее важным свойством является долговечность – свойство изделия сохранять работоспособность до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонтов. Предельное состояние определяется невозможностью дальнейшей эксплуатации изделия из-за снижения эффективности, либо требованиями безопасности.

Если нарушение работоспособности имеет такой характер, что дальнейшее использование ТСО без проведения ремонтных работ становится невозможным, то отказ называется полным.

Когда при ухудшении работоспособности имеется возможность использовать ТСО с ограниченным выполнением функций.отказ называют частичным.

Внезапный отказ характеризуется скачкообразным изменением одного или нескольких параметров в случайный момент времени. Внезапный отказ – случайное событие. Как правило, внезапные отказы приводят к полной потере работоспособности.

Постепенный отказ характеризуется постепенным изменением одного или нескольких параметров работоспособности, выходящих за допустимый уровень в случайный момент времени. Он обусловлен процессами старения и износа.

Зависимым называют отказ элемента объекта, обусловленный отказами других элементов. Если же отказ наступает по любым причинам, кроме действия другого отказа.то он считается независимым.

В практике часто наблюдаются отказы, имеющие временный характер. Они устраняются без вмешательства обслуживающего персонала и поэтому называются самоустраняющимися.

К конструкционным относятся отказы, вызванные ошибочными конструктивными решениями или несовершенством принятых методов конструирования, а к технологическим – вызванные нарушениями производственной технологии.

Эксплуатационные отказы являются следствием нарушения правил эксплуатации ошибок персонала.

1. 2 Лекция №2 (2 часа).

Тема: «Анализ невосстанавливаемых систем»

1.2.1 Вопросы лекции:

1. Расчет надежности невосстанавливаемых систем: расчет надежности систем при мгновенных и постепенных отказах Перераспределение системных показателей надежности по элементам АСОИУ.
2. Надежность разветвленных систем. Основные классы избыточности: структурная, временная, функциональная, алгоритмическая, информационная.
3. Методы структурного резервирования. Оптимальное резервирование.

1.2.2 Краткое содержание вопросов:

Большинство технических устройств являются сложными системами, состоящими из отдельных узлов, деталей, агрегатов, систем управления и т.п. Под сложной системой понимается объект, предназначенный для выполнения заданных функций, который может быть расчленен на элементы (компоненты), каждый из которых также выполняет определенные функции и находится во взаимодействии с другими элементами системы.

С позиций надежности сложная система обладает как отрицательными, так и положительными свойствами.

Факторы, отрицательно влияющие на надежность сложных систем, следующие:

• имеется большое число элементов, отказ каждого из которых может привести к отказу всей системы;

• оценить работоспособность сложных систем весьма затруднительно с точки зрения статистических данных, так как они часто являются уникальными или имеются в небольших количествах;

• даже у систем одинакового предназначения каждый экземпляр имеет свои незначительные вариации свойств отдельных элементов, что сказывается на выходных параметрах системы;

• чем сложнее система, тем большими индивидуальными особенностями она обладает.

Однако сложные системы обладают и рядом свойств, которые положительно влияют на их надежность:

• сложным системам свойственна самоорганизация, саморегулирование или самоприспособление, когда система самостоятельно способна найти наиболее устойчивое для своего функционирования состояние;

• для сложной системы часто возможно восстановление работоспособности по частям, без прекращения ее функционирования.

Кроме того, не псе элементы системы одинаково влияют на надежность сложной системы.

Анализ работоспособности сложной системы связан с изучением ее структуры и тех взаимосвязей, которые определяют ее надежное функционирование.

При анализе надежности сложных систем их разбивают на элементы (компоненты) с тем, чтобы вначале рассмотреть параметры и характеристики элементов, затем оценить работоспособность всей системы.

Под элементом, точнее говоря, элементом расчета надежности можно понимать составную часть сложной системы, которая может характеризоваться самостоятельными входными и выходными параметрами. При исследовании надежности системы элемент не расчленяется на составные части, и показатели безотказности и долговечности относятся к элементу в целом. При этом возможно восстановление работоспособности элемента независимо от других частей и элементов системы.

Структурной надежностью системы (устройства) называется результирующая надежность системы (устройства) при заданной ее структуре и известных значениях надежности всех входящих в нее частей (блоков, ячеек, компонентов и т.д., т.е. конструктивов).

Вообще с позиций теории систем правильнее говорить о над- системе, системе, подсистеме как составляющих некоторой сверхсистемы.

Модели надежности устанавливают связь между подсистемами (или элементами системы) и их влиянием на работу всей системы.

Структурная (эквивалентная) схема надежности (С(Э)СН или просто ССН) – это модель реального объекта, строящаяся на основе или с учетом, например, электрической схемы, топологии, типа паяных соединений, способа резервирования. Иначе говоря, ССН изделий – это обобщенная модель частных моделей (подмоделей) и значимых для надежности реальных частей изделия. Структурная схема надежности определяет функциональную взаимосвязь между работой подсистем (или элементов) в определенной последовательности. Эту схему составляют по принципу функционального назначения соответствующих подсистем (или элементов) при выполнении ими определенной части работы, выполняемой системой в целом.

1. 3 Лекция №3 (1 час).

Тема: «Структурный анализ надежности систем»

1.3.1 Вопросы лекции:

1. Методы и способы составления структурных схем безотказности программно-технических комплексов.
2. Формальные правила получения структурных формул.
3. Использование биномиального и пуассоновского распределений для анализа структурных схем.
4. Логико-вероятностные методы анализа структурных схем программно-технических комплексов.

1.3.2 Краткое содержание вопросов:

Безотказность (и другие составляющие свойства надежности) РЭС проявляется через случайные величины: наработку до очередного отказа и количество отказов за заданное время. Поэтому количественными характеристиками свойства здесь выступают вероятностные переменные.

Наработка есть продолжительность или объем работы объекта. Для РЭС естественно исчисление наработки в единицах времени, тогда как для других технических средств могут быть удобнее иные средства измерения (например, наработка автомобиля - в километрах пробега). Для невосстанавливаемых и восстанавливаемых изделий понятие наработки различается: в первом случае подразумевается наработка до первого отказа (он же является и последним отказом), во втором - между двумя соседними во времени отказами (после каждого отказа производится восстановление работоспособного состояния). Математическое ожидание случайной наработки Т

$$\mathbf{M}[\mathrm{T}] = \int_0^\infty t f(t) dt = T_0 \qquad (1.1)$$

является характеристикой безотказности и называется средней наработкой на отказ (между отказами). В (1.1) через t обозначено текущее значение наработки, а f(t) - плотность вероятности ее распределения.

Вероятность безотказной работы - вероятность того, что в пределах заданной наработки t отказ объекта не возникнет:

$$p(t) = Вер(T \geq t) = 1 - F(t) = 1 - \int_0^t f(t) dt. \qquad (1.2)$$

Вероятность противоположного события называется вероятностью отказа и дополняет вероятность безотказной работы до единицы:

$$q(t) = Вер(T \leq t) = 1 - p(t) = F(t). \qquad (1.3)$$

В (1.2) и (1.3) F(t) есть интегральная функция распределение случайной наработки t. Плотность вероятности f(t) также является показателем надежности, называемым частотой отказов:

$$f(t)=\frac{dF(t)}{dt}=\frac{dq(t)}{dt}=\frac{d[1-p(t)]}{dt}=-\frac{dp(t)}{dt}. \quad (1.4)$$

Из (1.4) очевидно, что она характеризует скорость уменьшения вероятности безотказной работы во времени.

Интенсивностью отказов называют условную плотность вероятности возникновения отказа изделия при условии, что к моменту t отказ не возник:

$$\lambda(t)=\frac{f(t)}{p(t)}=-\frac{1}{p(t)}\frac{dp(t)}{dt}. \quad (1.5)$$

Функции f(t) и λ (t) измеряются в ч $^{-1}$.

Интегрируя (1.5), легко получить:

$$p(t)=\exp\left[-\int_0^t \lambda(t)dt\right].$$

(1.6)

Это выражение, называемое основным законом надежности, позволяет установить временное изменение вероятности безотказной работы при любом характере изменения интенсивности отказов во времени. В частном случае постоянства интенсивности отказов λ (t) = λ = const (1.6) переходит в известное в теории вероятностей экспоненциальное распределение:

$$0.322 \cdot 10^{-6}$$ }. (1.7)

Поток отказов при λ (t)=const называется простейшим и именно он реализуется для большинства РЭС в течении периода нормальной эксплуатации от окончания приработки до начала старения и износа.

Подставив выражение плотности вероятности f(t) экспоненциального распределения (1.7) в (1.1), получим:

$$p_{12}=p_{13}=p_{14}=p_{15} \quad (1.8)$$

т.е. при простейшем потоке отказов средняя наработка T_0 обратна интен-сивности отказов λ . С помощью (1.7) можно показать, что за время средней наработки, t=T_0, вероятность безотказной работы изделия составляет 1/e. Часто используют характеристику, называемую γ - процентной наработкой - время, в течении которого отказ не наступит с вероятностью γ (%):

$$T_\gamma=-\frac{\ln P_\gamma}{\lambda}=-T_0\ln P_\gamma,\ \mathbf{P}_\gamma=\frac{\gamma}{100}. \quad (1.9)$$

Выбор параметра для количественной оценки надежности определяется назначением, режимами работы изделия, удобством применения в расчетах на стадии проектирования.

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

2.1 Практическое занятие №1, 2 (4 часа).

Тема: «Общие сведения о надежности»

2.1.1 Задание для работы:

1. Технические факторы.
2. Программные факторы.
3. Эксплуатационные факторы.
4. Информационные факторы.
5. Функциональные факторы.

2.1.2 Краткое описание проводимого занятия:

Практическое применение результатов исследований в области надежности ИС становится эффективным только в случае наличия, как методов измерения надежности, так и способов ее количественной оценки, позволяющих производить расчеты и испытания на надежность. Любая оценка строится на системе показателей.

Показатель надежности – количественная характеристика единичного или комплексного свойства надежности. Поэтому на практике используются единичные и комплексные показатели надежности ИС или ее частей.

Числовые значения количественных показателей надежности зависят от того, как часто возникают отказы и насколько быстро они устраняются. Ввиду того, что отказы, как правило, являются случайными событиями, показатели надежности характеризуют случайные величины и случайные события.

В прикладной теории надежности наиболее часто используются следующие законы распределения случайных величин.

1. Биномиальный закон распределения числа n появления события А в m независимых опытах.
2. Закон Пуассона для дискретной случайной величины х.
3. Экспоненциальный закон – для непрерывной случайной величины х.
4. Нормальный закон – для непрерывной случайной величины х.

Экспоненциальный и нормальный законы образуют своеобразные крайние положения: экспоненциальныйимеет асимметричный характер f(x) и постоянное значение интенсивности (среднего числа событий в единицу времени), нормальный имеет симметричный характер f(x) и монотонное возрастание интенсивности.

Кроме указанных, используется ряд других распределений, например:

– γ-распределение для непрерывной случайной величины х;

– χ^2-распределение для непрерывной случайной величины х;

– распределение Вейбулла для непрерывной случайной величины х.

Когда имеет место своеобразное группирование числа случайных событий, то возникает γ-распределение.Например в том случае, если отказ технического средства наступает тогда, когда в нем произойдет k отказов элементов, а отказы элементов распределены по экспоненциальному закону с интенсивностью l. Эта ситуация возникает при исследовании надежности резервированных технических средств. Отношение удвоенного значения наработки на отказ к средней наработке, т. е. удвоенное число отказов, подчиняется закону χ^2. Распределение Вейбулла для времени работы до отказа возникает обычно, когда имеют место отказы различной природы (износ, старение, перегрузки и т. п.).

Кроме того, в теории надежности широко используются случайные процессы, например, поток отказов или поток восстановлений в восстанавливаемом объекте. Обычно используется или простейший поток (стационарный пуассоновский поток), или поток Эрланга, получающийся в результате разрежения простейшего потока путем исключения некоторых событий (при аппаратурном резервировании и др.).

2.1.3 Результаты и выводы:

(По данной форме необходимо представить все практические занятия)

Подробный перечень показателей надежности устанавливает государственный стандарт СССР ГОСТ 27.002–89 [2]. В практике исследования надежности сложных систем наиболее часто употребляются следующие показатели.

1. Вероятность безотказной работы – вероятность того, что в пределах заданной наработки t отказ объекта не возникает.

Математическое определение: $R(t) = P(t_x \geq t)$, где t_x – случайное время работы объекта до наступления отказа.

Статистическое определение: $\tilde{R}(t) = \tilde{n}(t)/\tilde{n}(t=0)$, где $\tilde{n}(t)$ – число работоспособных объектов в момент времени t; $\tilde{n}(t = 0)$ – число работоспособных объектов в начале испытаний при t = 0.

2. Вероятность отказа – вероятность того, что в пределах заданной наработки отказ объекта возникнет.

Математическое определение: $Q(t) = 1 - R(t)$.

Статистическое определение: $\tilde{Q}(t) = \tilde{n}_0(t)/\tilde{n}(t=0)$, где $\tilde{n}_0(t)$ – число отказавших объектов на интервале времени (0 − t).

3. Интенсивность отказов невосстанавливаемого объекта – условная плотность вероятности возникновения отказа невосстанавливаемого объекта, определяемая для рассматриваемого объекта времени, при условии, что до этого момента отказ не возник.

Математическое определение: $\lambda(t) = q(t)/R(t)$, где $q(t) = \frac{d}{dt}Q(t) = \frac{d}{dt}[1 - R(t)]$ – плотность вероятности отказа в момент t.

Статистическое определение: $\bar{\lambda}(t)=[\bar{N}(t+\Delta t)-\bar{N}(t)]/n(t)\Delta t$, где $\bar{N}(t)$ – число отказов к моменту времени t; $\bar{N}(t+\Delta t)$ – число отказов на интервале Δt, примыкающем к t; $n(t)$ – число работоспособных объектов в момент времени t; $n(t)\Delta t$ – наработка объектов на интервале Δt.

Таким образом, $\bar{\lambda}(t)$ – это число отказов в единицу времени на интервале Δt, примыкающем к t.

4. Средняя наработка до отказа невосстанавливаемого объекта.

Математическое определение: $T_1=\int\limits_0^{\infty} tq(t)dt$, где t – время от начала работы невосстанавливаемого объекта до его отказа.

Статистическое определение: $\bar{T}_1=\frac{1}{n}\sum\limits_{i=1}^{n} t_{\text{р}i}$, где n – число испытываемых объектов; $t_{\text{р}i}$ – наработка невосстанавливаемого объекта до отказа.

5. Средняя наработка на отказ восстанавливаемого объекта.

Математическое определение: $T_0=\int\limits_0^{\infty} t_{\text{в}}q(t)dt_{\text{в}}$, где $t_{\text{в}}$ – время работы восстанавливаемого объекта от момента окончания (k−1)-го восстановления до момента наступления k-го отказа.

Статистическое определение: $\bar{T}_0=\frac{1}{n}\sum\limits_{i=1}^{n} t_{\text{в}i}$, где $t_{\text{в}i}$ – наработка восстанавливаемого объекта между отказами; n – число испытываемых объектов.

6. Вероятность восстановления объекта за заданное время – вероятность того, что время восстановления работоспособности $t_{\text{в}}$ не превысит заданное время, т. е. $P(t_{\text{в}} \le t)$.

7. Среднее время восстановления $T_{\hat{a}}$ – математическое ожидание времени, затраченного на поиск места неисправности и ее устранение.

8. Интенсивность восстановлений – μ.

9. Ресурс – наработка от начала эксплуатации до перехода объекта в предельное состояние, т. е. в состояние, при котором либо невозможно, либо нецелесообразно продолжать использовать объект по назначению.

10. Срок службы – календарная продолжительность от начала эксплуатации объекта до перехода его в предельное состояние.

11. Назначенный срок хранения – календарная продолжительность хранения, по истечении которой применение объекта не допускается (независимо от его технического состояния).

Перечисленные показатели характеризуют единичные свойства надежности.

Комплексные свойства надежности системы оцениваются коэффициентом готовности $K_г$ и коэффициентом оперативной готовности $K_{о.г}$.

1. Коэффициент готовности – вероятность того, что восстанавливаемый объект окажется в работоспособном состоянии в произвольный момент времени его использования по назначению:

$$K_г = \frac{t_{р\Sigma}}{t_{р\Sigma} + t_{в\Sigma}},$$

где $t_{р\Sigma}$ – суммарное время нахождения в работоспособном состоянии; $t_{в\Sigma}$ – суммарное время восстановления объекта.

Учитывая, что $t_{р\Sigma} = T_0 N,\ t_{в\Sigma} = T_в N$, где N – число отказов на интервале времени, для которого определяются значения $t_{р\Sigma}$ и $t_{в\Sigma}$, приведенную формулу можно переписать в следующем виде:

$$K_г = \frac{T_0}{T_0 + T_в}.$$

2. Коэффициент оперативной готовности – вероятность того, что объект в произвольный момент времени, кроме планируемых перерывов, окажется работоспособным, когда требуется его применение по назначению, и с данного момента будет работать безотказно в течение заданного времени:

$$K_{о.г} = K_г R(t).$$

На рис. 1 приведены единичные свойства, а также единичные и комплексные показатели надежности.

Рекомендации по практическому использованию показателей надежности при оценке и обеспечения надежности состоят в следующем.

Показатели надежности ИС имеют характер системы показателей. Чем больше показателей используется при исследовании надежности системы, тем более адекватными становятся результаты исследования. Это не означает, что всякий раз либо при задании требований по надежности, либо при оценке готовых решений по обеспечению надежности системы надо использовать всю номенклатуру возможных показателей надежности.

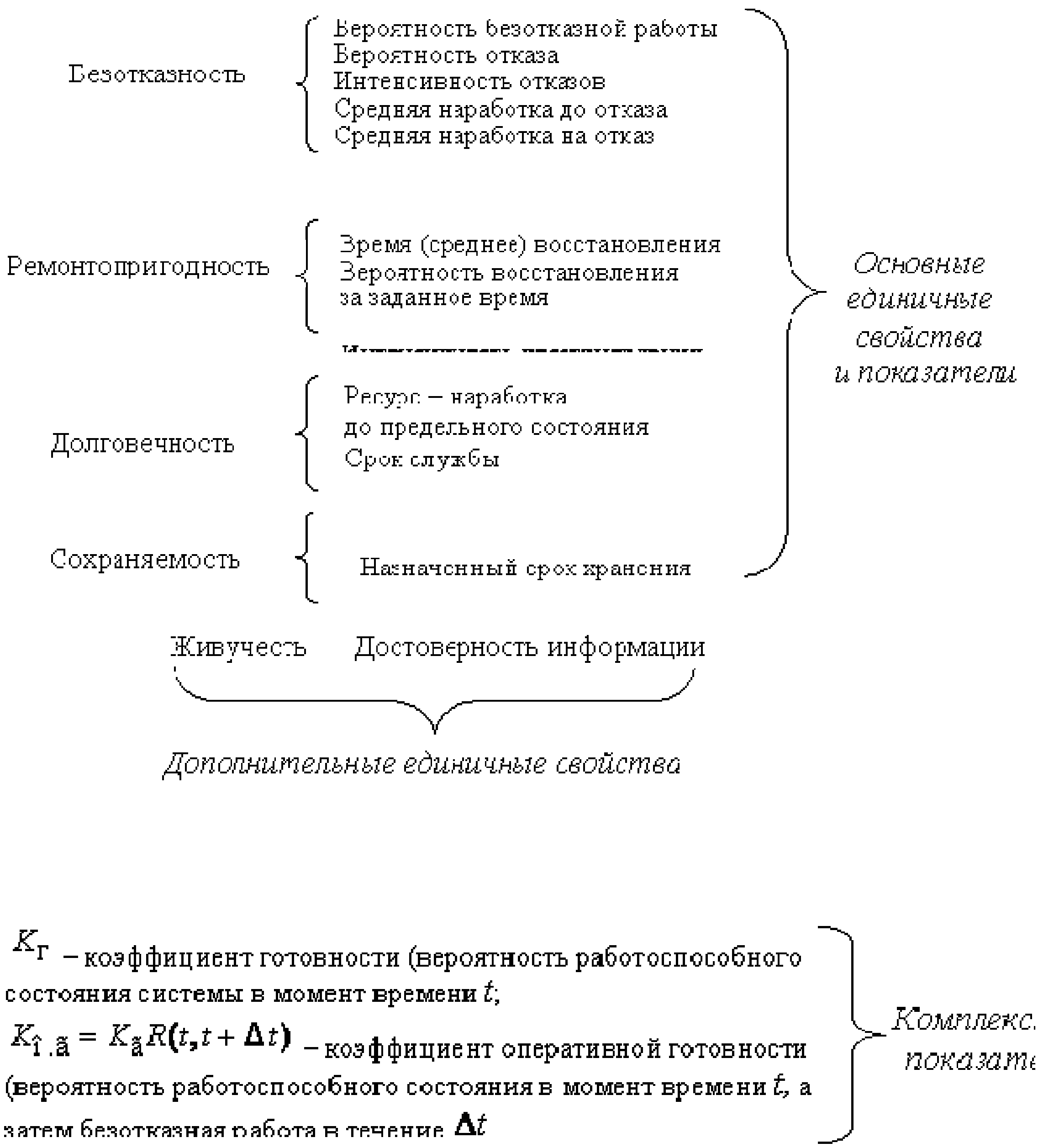

Рис. 1. Основные и дополнительные свойства,
единичные и комплексные показатели надежности

2.2 Практическоезанятие № 2 (2 часа).

Тема: Анализ невосстанавливаемых систем

2.2.1 Задание для работы:

1. Состав и последовательность выполнения работ по повышению эффективной надежности вычислительной системы.

2. Виды контроля устройств вычислительной техники.

3. Общие математические зависимости, характеризующие эффективность системы контроля.

2.2.2 Краткое описание проводимого занятия:

Примеры показателей целевой эффективности:

1. точностные (Wт), надежностные (Wн) и временные (Wв) показатели, применяемые в системах специального назначения для оценки эффективности использования в них сетевых структур. Например, прирост вероятности выполнения некоторого задания, сокращение времени на выполнение этого задания, повышение точности решения некоторой задачи;

2. временные показатели целевого использования сетевых структур в управлении народным хозяйством на различных его уровнях, характеризующие повышение оперативности управления;

3. показатели целевой эффективности ТВС при решении задач планирования народного хозяйства на различных его уровнях (отрасль, подотрасль, объединение,организация, фирма, предприятие и т.д.).

2.2.3 Результаты и выводы:

(По данной форме необходимо представить все практические занятия)

С помощью интегральных показателей оценивается общий (суммарный,интегральный) эффект, а затем и интегральная экономическая эффективность ТВС (элемента или звена сети) с учетом всех капитальных и текущих (эксплуатационных) затрат и всей экономии за счет использования ТВС, т.е. по всем источникам прямойи косвенной экономии и по всем ее видам. Частные показатели необходимы дляоценки частного экономического эффекта, получаемого по отдельным источникамэкономии, которые создаются при внедрении новых аппаратных, программных,информационных средств или новых технологий работы ТВС.

В качестве интегральных показателей экономической эффективности ТВС можнорекомендовать давно апробированные показатели:

ЭГ - годовой экономический эффект, руб;

Э~г - среднегодовой экономический эффект, руб;

Эп - полный экономический эффект за расчетный период, руб;

Еэ - коэффициент экономической эффективности капитальных вложений (илиединовременных затрат, имеющих характер капитальных вложений) на создание ивнедрение всей сети или отдельных ее элементов (звеньев) или на совершенствование и развитие сети, 1/год;

Ток - срок окупаемости этих капитальных вложений, год. Эти показатели могутбыть как ожидаемыми (при априорной оценке), так и фактическими (приапостериорной оценке).

Величина Эг определяется как разность приведенных затрат, связанных ссозданием, совершенствованием и эксплуатацией некоторой системы (сети в целом,ее отдельных элементов и звеньев) для базового и рассматриваемого (исследуемого)вариантов. В качестве базовой выбирается такая система, которая аналогична(является прототипом) исследуемой системе по назначению, структуре, объему ихарактеру выполняемой продукции или предоставляемых услуг и считается лучшейна данном этапе развития подобных систем. Однако в базовой системе отсутствуютновейшие средства и технологии, внедрение которых повышает ее эффективность.

Рассматриваемая (исследуемая) система отличается от базовой использованиемновейших средств и технологий, эффективность которых следует оценивать.

Приведенные затраты ЗП представляют собой сумму текущих затрат С икапитальных вложений К, приведенных к одинаковой размерности с помощьюнормативного коэффициента экономической эффективности капитальных вложений ЕК:

Зп=С+ Ен*К (15.4)

Следовательно,

Эг= Зп1-Зп2=(С1+ЕнК1) - (С2+ЕнК2)=(С1-С2)- Ен(К2-К1). (15.5)

где Зп1, Зп2- годовые приведенные затраты соответственно для базового иисследуемого вариантов системы; С1, С2 - годовые текущие затраты для этих жевариантов системы; К1, К2 - капитальные вложения для базового и исследуемоговариантов системы.

Величины ЕЗ и ТОК определяются по формулам: Еэ=(С1-С2)/(К2-К1). (15.6)

Ток=1/Еэ. (15.7)

Использование исследуемой системы экономически целесообразно, есливыполняются условия Еэ>= Ен или Ток<=Тн, где Тн- нормативный срок окупаемости капитальных вложений.

Расчет приведенных затрат по формуле (15.4), а следовательно, и расчетгодового экономического эффекта по формуле (15.5) можно проводить только впростейшем случае, когда капитальные вложения осуществлены единовременно, атекущие затраты неизменны по времени. Более сложным и общим является случай,когда капитальные вложения осуществляются не единовременно, а в течениеопределенного периода, а текущие затраты изменяются в течение срока службыисследуемой системы. Этот случай приводится к простейшему с помощьюкоэффициентов приведения (см. об этом в [32]).

Оценка частного экономического эффекта от внедрения новых аппаратных,программных, информационных средств или новых технологий работы ТВС проводитсяс целью:

обоснования экономической целесообразности их внедрения (особенно техсредств и технологий, экономическая эффективность которых вызывает сомнениеи которые вместе с тем не дают сколько-нибудь заметного целевого эффекта, радикоторого можно было бы пожертвовать экономическим эффектом);

определения влияния этих средств и технологий на интегральную экономическую эффективность;

сравнения конкурирующих вариантов внедряемых средств и технологий по частнымпоказателям, поскольку в ряде случаев именно эти показатели имеют решающеезначение при выборе того или иного варианта. Частные показатели отличаютсябольшим многообразием. Примеры частных показателей: сокращение численностиобслуживающего персонала всей сети или отдельных ее систем, элементов, звеньевза счет внедрения новых средств и технологий; годовая экономия на текущихзатратах за счет продления эффективного срока эксплуатации сети, вызванногосовершенствованием профподготовки ее обслуживающего персонала; годоваяэкономия на текущих затратах за счет реализации мероприятий, направленных наулучшение условий труда обслуживающего персонала и, следовательно,способствующих повышению эффективности их трудовой деятельности, и др.

2.3 Практическое занятие № 4 (2 часа).

Тема: «Структурный анализ надежности систем»

2.3.1 Задание для работы:

1. Вероятность безотказной работы.
2. Средняя наработка до отказа.
3. Интенсивность отказов.
4. Средняя наработка на отказ.

2.3.2 Краткое описание проводимого занятия:

Для анализа надежности системы, состоящей из двух неодинаковых элементов, для которых характерны множественные отказы, рассмотрим такую модель, при построении которой были сделаны следующие допущения и приняты следующие обозначения:

Допущения множественные отказы и отказы других типов статистически независимы; множественные отказы связаны с выходом из строя не менее двух элементов; при отказе одного из нагруженных резервированных элементов отказавший элемент восстанавливается, при отказе обоих элементов восстанавливается вся система; интенсивность множественных отказов и интенсивность восстановлений постоянны.

Рассмотрим три возможных случая восстановления элементов при их одновременном отказе:

Случай 1. Запасные элементы, ремонтный инструмент и квалифицированные специалисты имеются для восстановления обоих элементов, т. е. элементы могут быть восстановлены одновременно.

Случай 2. Запасные элементы, ремонтный инструмент и квалифицированные специалисты имеются только для восстановления одного элемента, т. е. может быть восстановлен только один элемент.

Случай 3. Запасные элементы, ремонтный инструмент и квалифицированные специалисты отсутствуют, и, кроме того, может существовать очередь на ремонтное обслуживание.

2.3.3 Результаты и выводы:

(По данной форме необходимо представить все практические занятия)

Математическая модель системы, изображенной на рис. 4.5.22, представляет собой следующую систему дифференциальных уравнений первого порядка:

$$P'_0(t) = -\left(\sum_{i=1}^{2}\lambda_i+\beta\right)P_0(t)+\sum_{i=1}^{3}P_i(t)\mu_i+P_4(t)\mu_3,$$

P'1(t) = -(l2+m1)P1(t)+P3(t)m2+P0(t)l1,

P'2(t) = -(l1+m2)P2(t)+P0(t)l2+P3(t)m1, (4.5.42)

$$P'_3(t) = -\left(\sum_{i=1}^{3}\mu_i+\alpha\right)P_3(t)+\sum_{i=1}^{2}P_i(t)\lambda_{(3-i)}+P_0(t)\beta,$$

P'4(t) = -m3P4(t)+P3(t)a.

При t=0 имеем P0(0)=1, а другие вероятности равны нулю.

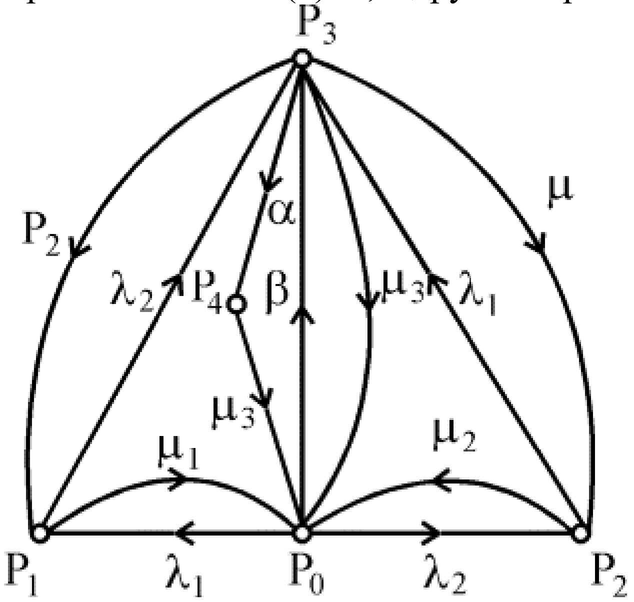

Рис. 4.5.22. Модель готовности системы в случае множественных отказов

Приравнивая в полученных уравнениях производные по времени нулю, для установившегося режима получаем

$$-\left(\sum_{i=1}^{2}\lambda_i+\beta\right)P_0+\sum_{i=1}^{3}P_i\mu_i+P_4\mu_3=0,$$

-(l2+m1)P1+P3m2+P0l1 = 0,

-(l1+m2)P2+P0l2+P3m1 = 0, (4.5.43)

$$-\left(\sum_{i=1}^{3}\mu_i+\alpha\right)P_3+\sum_{i=1}^{2}P_i\lambda_{(3-i)}+P_0\beta=0,$$

-m3P4+P3a = 0,

$$\sum_{i=0}^{4}P_i-1=0.$$

Решая эту совместную систему уравнений, получаем

$$P0=\left[\theta\left\{1+\frac{\mu_1(\lambda_2+\mu_1)}{\mu_2(\lambda_1+\lambda_2+\mu_2)}+\frac{\lambda_2+\mu_1}{\mu_2}+\frac{\alpha(\lambda_2+\mu_1)}{\mu_2\mu_3}\right\}+\right.$$

$$\left.+\frac{\lambda_2}{\lambda_1+\mu_2}-\frac{\mu_1\lambda_1}{(\lambda_1+\mu_2)\mu_2}-\frac{\lambda_1}{\mu_2}-\frac{\alpha\lambda_1}{\mu_2\mu_3}+1\right]^{-1}, \qquad (4.5.44)$$

где

$$\theta=\frac{P_1}{P_0},$$

$$(P1/P0)=\left[\frac{\lambda_1\mu_3+\alpha\lambda_1}{\mu_2}-\left(\frac{\mu_2\lambda_2}{\lambda_1+\mu_3}\right)+\left(\frac{\mu_1\lambda_1}{\lambda_1+\mu_3}\right)+\lambda_1+\lambda_2+\beta\right]\times$$

$$\times\left[\frac{\mu_3(\lambda_2+\mu_1)+\alpha(\lambda_2+\mu_1)}{\mu_2}+\frac{\mu_1(\lambda_2+\mu_1)}{(\lambda_1+\mu_2)}+\mu_1\right]^{-1}, \qquad (4.5.45)$$

P1=qP0,

$$P2=\left[\frac{\lambda_2}{\lambda_1+\mu_2}-\frac{\mu_1\lambda_1}{\mu_2(\lambda_1+\mu_2)}\right]P_0+\frac{\mu_1(\lambda_2+\mu_1)P_1}{\mu_2(\lambda_1+\mu_2)},$$

$$P3=\frac{(\lambda_2+\mu_1)P_1}{\mu_2}-\frac{\lambda_1P_0}{\mu_2},$$

$$P4=\frac{\alpha P_1(\lambda_2+\mu_1)}{\mu_2\mu_3}-\frac{\alpha\lambda_1}{\mu_2\mu_3}P_0.$$

Стационарный коэффициент готовности может быть вычислен по формуле

$$Кг=\sum_{i=0}^{2}P_i.$$

2.4 Практическое занятие №5 (2 часа).

Тема: «Анализ восстанавливаемых систем»

2.4.1 Задание для работы:

1.Закон нормального распределения.

2.Закон экспоненциального распределения.

3.Закон распределения Вейбулла.

2.4.2 Краткое описание проводимого занятия:

В теории надежности наибольшее распространение получили следующие законы распределения случайных величин f(t):
для дискретных случайных величин - биноминальный закон; закон Пуассона;

для непрерывных случайных величин - экспоненциальный закон; нормальный закон; гамма-распределение; закон Вейбулла; c2 - распределение; логарифмически-нормальное распределение.

Биноминальный закон распределения числа n появления события A в m независимых опытах (испытаниях). Если вероятность появления события A в одном испытании равна p, вероятность непоявления события A равна q=1-p; число независимых испытаний равно m, то вероятность появления n событий в испытаниях будет

$$P_m^n = C_m^n p^n (1-p)^{m-n}, \qquad (4.3.2)$$

где C_m^n - число сочетаний из m по n.

Свойства распределения следующие:
1) число событий n - целое положительное число;
2) математическое ожидание числа событий равно mp;
3) среднеквадратическое отклонение числа событий

$$\sigma = \sqrt{mp(1-p)}.$$

При увеличении числа испытаний биноминальное распределение приближается к нормальному со средним значением n/m и дисперсией p(1-p)/m.

Закон Пуассона - распределение чисел случайного события ni за время t. Вероятность возникновения случайного события n раз за время t

$$Pn(t) = \frac{(\lambda\tau)^n}{n!} \exp(-lt), \qquad (4.3.3)$$

где l - интенсивность случайного события.

Свойства распределения следующие:
1) математическое ожидание числа событий за время t равно lt;
2) среднеквадратическое отклонение числа событий

$$\sigma = \sqrt{\lambda\tau}.$$

Характерный признак распределения Пуассона - равенство математического ожидания и дисперсии. Это свойство используется для проверки степени соответствия исследуемого (опытного) распределения с распределением Пуассона.

Распределение Пуассона получается из биноминального распределения, если число испытаний m неограниченно возрастает, а математическое ожидание числа событий a=lt остается постоянным.

Тогда вероятность P_m^n биноминального распределения при каждом n, равном 0,1,2..., стремится к пределу

$$P_m^n \to \frac{(a)^n}{n!}\exp(-a)$$

.

Закон Пуассона используется тогда, когда необходимо определить вероятность того, что в изделии за заданное время произойдет один, два, три и т.д. отказов.

Экспоненциальный (показательный) закон распределения случайной величины X (рис. 4.3.3,а) записывается в общем случае так:

P(x) = exp (-lx),

где P(x) - вероятность того, что случайная величина X имеет значение больше x; значения e-x даются в прилож. 1.

В частном случае, когда за случайную величину принимается время работы объекта t, вероятность того, что изделие на протяжении времени t будет находиться в работоспособном состоянии, равна exp(-lt):

P(t) = exp(-lt), (4.3.4)

где l - интенсивность отказов объекта для экспоненциального распределения (она постоянна), т.е l = const.

Выражение (4.3.4) можно получить непосредственно из (4.3.3), если число отказов n принять равным 0.

Вероятность отказа за время t из (4.3.4)

Q(t) = 1 - P(t) = 1 - exp (-lt). (4.3.5)

Плотность вероятности отказов

f(t) = ¶Q/¶t = l exp (-lt). (4.3.6)

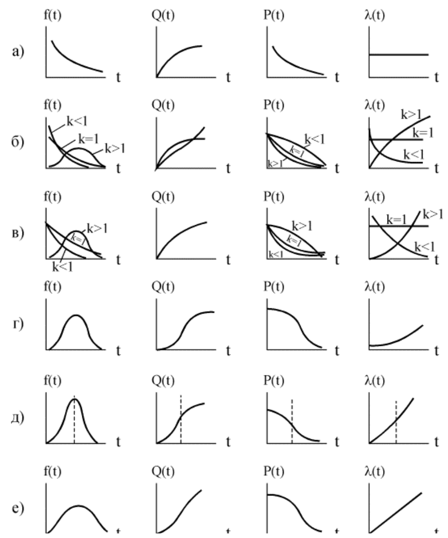

Рис. 4.3.3. Распределения: а – экспоненциальное;
б - g-распределение; в - Вейбулла;
г - нормальное; д - усеченное нормальное;
е - Рэлея

Среднее время работы до возникновения отказа

$$T_1 = \int_0^\infty tf(t)dt = \int_0^\infty P(t)dt = 1/\lambda \qquad (4.3.7)$$

Дисперсия времени работы до возникновения отказа

$$D(t) = \int_0^\infty (t - T_1)^2 f(t)dt = 1/\lambda^2 \qquad (4.3.8)$$

Среднеквадратическое время работы
s(t) = T1.

Равенство среднеквадратического отклонения среднему времени работы - характерный признак экспоненциального распределения.

Статистические материалы об отказах элементов свидетельствуют о том, что в основном время их работы подчиняется экспоненциальному закону распределения. Условием возникновения экспоненциального закона распределения времени до отказа служит постоянство интенсивности отказов, что характерно для внезапных отказов на интервале времени, когда период приработки объекта закончился, а период износа и старения еще не начался, т.е. для нормальных условий эксплуатации. Постоянной становится интенсивность отказов сложных объектов, если вызываются они отказами большого числа комплектующих элементов.

Время возникновения первичных отказов может быть расположено на оси времени так, что суммарный поток отказов сложного изделия становится близким к простейшему, т.е. с постоянной интенсивностью отказов.

Этими обстоятельствами, а также тем, что предположение об экспоненциальном распределении существенно упрощает расчеты надежности, объясняется широкое применение экспоненциального закона в инженерной практике.

2.4.3 Результаты и выводы:

(По данной форме необходимо представить все практические занятия)

Гамма-распределение случайной величины (рис. 4.3.3,б). Если отказ устройства возникает тогда, когда произойдет не менее k отказов его элементов, а отказы элементов подчинены экспоненциальному закону с параметрами l0, плотность вероятности отказа устройства

$$f(t) = \frac{\lambda_0^k t^{k-1}}{(k-1)!} \exp(-\lambda_0 t), \qquad (4.3.9)$$

где l0 - исходная интенсивность отказов элементов устройства, отказ которого вызывается отказом k элементов.

Этому распределению подчиняется время работы резервированных устройств. Равенство (4.3.9) получается из (4.3.3).

Вероятность k и более отказов, т.е. вероятность отказа данного устройства,

$P(n^3k) = 1 - \sum_{n=0}^{k-1}\frac{(\lambda_0 t)^n}{n!}$ exp(- l0t). (4.3.10)

Плотность вероятности отказа устройства за время t

$$f(t)=\frac{d}{dt}\left[1-\sum_{n=0}^{k-1}\frac{(\lambda_0 t)^n}{n!}\exp(-\lambda_0 t)\right]=\frac{\lambda_0^k t^{k-1}}{(k-1)!}\exp(-\lambda_0 t)$$

. (4.3.11)

Среднее время работы устройства до отказа

T1 = kT0 = k/l0. (4.3.12)

Интенсивность отказов устройства

$$\lambda(t)=\frac{\lambda_0}{(k-1)!}\frac{(\lambda_0 t)^{k-1}}{\sum_{i=0}^{k-1}\frac{1}{i!}(\lambda_0 t)^i}$$

. (4.3.13)

Вероятность безотказного состояния устройства

P(t) = exp(-l0t) $\sum_{i=0}^{k-1}\frac{1}{i!}(\lambda_0 t)^i$. (4.3.14)

При k = 1 g-распределение совпадает с экспоненциальным распределением.

При увеличении k g-распределение будет приближаться к симметричному распределению, а интенсивность отказов будет иметь все более выраженный характер возрастающей функции времени.

Распределение Вейбулла. Для случая, когда поток отказов не стационарный, т.е. плотность потока изменяется с течением времени, функция распределения времени до отказа приобретает вид, показанный на рис. 4.3.3,в.

Плотность вероятности отказов этого распределения:

f(t) = lata-1exp(-l0ta). (4.3.15)

Вероятность отсутствия отказа за время t

P(t) = exp(-l0ta). (4.3.16)

Интенсивность отказов

l(t) =al0ta-1. (4.3.17)

В (4.3.15) - (4.3.17) а и l0 - параметры закона распределения. Параметр l0 определяет масштаб, при его изменении кривая распределения сжимается или растягивается. При а = 1 функция распределения Вейбулла совпадает с экспоненциальным распределением; при a < 1 интенсивность отказов будет монотонно убывающей функцией; приa > 1 - монотонно возрастающей. Это обстоятельство дает возможность подбирать для опытных данных наиболее подходящие параметры a и l0, с тем чтобы уравнение функции распределения наилучшим образом совпадало с опытными данными. Распределение Вейбулла имеет место для отказов, возникающих по причине усталости тела детали или поверхностных слоев (подшипники, зубчатые передачи). Этот случай связан с развитием усталостной трещины в зоне местной концентрации напряжений, технологического дефекта или начального повреждения. Период времени до зарождения микротрещины характеризуется признаками внезапного отказа, а процесс разрушения - признаками износового отказа.

Этот закон применим для отказов устройства, состоящего из последовательно соединенных дублированных элементов и других подобных случаев.

Это распределение иногда используется для описания надежности подшипников качения (a = 1,4 - 1,7).

Средняя наработка до первого отказа определится из следующего выражения:

$$T = \frac{\Gamma(1/\alpha + 1)}{\lambda_0^{1/\alpha}}. \qquad (4.3.18)$$

Значения Г (гамма-функции) табулированы (прилож. 2).

Нормальное распределение (рис. 4.3.3,г) случайной величины X возникает всякий раз, когда X зависит от большого числа однородных по своему влиянию случайных факторов, причем влияние каждого из этих факторов по сравнению с совокупностью всех остальных незначительно. Это условие характерно для времени возникновения отказа, вызванного старением, т.е. этот закон используется для оценки надежности изделий при наличии постепенных (износовых) отказов.

Плотность вероятности отказов

$$f(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp[-(t-T)2/2s2], \qquad (4.3.19)$$

где T - средняя наработка до отказа; s - среднее квадратическое (стандартное) отклонение времени безотказной работы.

Вероятность отказа время t

$$F(t)= \int_{-\infty}^{0} f(t)dt = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{t} \exp[-(t-T)2/2s2]. \qquad (4.3.20)$$

Значение функции распределения определяется формулой

F(t) = 0,5 + Ф(u) = Q(t); u = (t-T) / s. (4.3.21)

Вероятность отсутствия отказа за время t

P(t) = 1-Q(t) = 1-[0,5+Ф(u)] = 0,5 - Ф(u). (4.3.22)

Значения F(t) табулированы (прилож. 3).

График l(t) показан на рис. 4.3.3,г. Интенсивность отказов монотонно возрастает и после Т начинает приближаться к асимптоте:
y = (t-T) / s. (4.3.23)

Монотонное возрастание интенсивности отказов с течением времени - характерный признак нормального распределения. Нормальное распределение существенно отличается от экспоненциального. Началом отсчета времени t в (4.3.20) служит начало эксплуатации объекта, т.е. момент, когда начинается процесс износа и старения, а началом отсчета в (4.3.4) - момент времени, когда установлено, что изделие исправно (этот момент может быть расположен в любой точке на оси времени).

Усеченное нормальное распределение (рис. 4.3.3, д). Так как при нормальном распределении случайная величина может принимать любые значения от -¥ до +¥, а время безотказной работы может быть только положительным, следует рассматривать усеченное нормальное распределение с плотностью вероятности отказов

f(t) = $\frac{c}{\sigma\sqrt{2\pi}}$ exp[-(t-T1)2/2s2]. (4.3.24)

Нормирующий множитель c определяется из выражения

c $\int_0^{\infty} f(t)dt$ = 1 (4.3.25)

и равен

c = 1/F(T1/s) = 1/[0,5+Ф0(T1/s)], (4.3.26)

где F(T1/s) = 1/2p $\int_{-\infty}^{T_1/\sigma} \exp\left(-x^2/2\right)dx$ (4.3.27)

- табулированная (прилож. 4) интегральная функция нормального распределения;

Ф0(T1/s) = 1/2p $\int_{-\infty}^{T_1/\sigma} \exp\left(-x^2/2\right)dx$ (4.3.28)

- нормированная функция Лапласа.

Тогда (3.24) запишется следующим образом:

f(t) = $\frac{1}{F(T_1/\sigma)\sigma\sqrt{2\pi}}$ exp[-(t-T1)2/2s2]. (4.3.29)

Средняя наработка до отказа в усеченном распределении и параметр T1 неусеченного нормального распределения связаны зависимостью

T = T1 + f(t) = $\dfrac{\sigma}{\sqrt{2\pi}\,F(T_1/\sigma)}\exp\left(-T_1^2/2\sigma^2\right)$. (4.3.30)

При T/s^{3}2, что имеет место в абсолютном большинстве случаев при оценке надежности устройств с нормально распределенными отказами, коэффициент с мало отличается от единицы и усеченное нормальное распределение достаточно точно аппроксимируется обычным нормальным законом.

Вероятность безотказной работы определяется из выражения

P(t) = $\dfrac{F\left[(T_1-t)/\sigma\right]}{F(T_1/\sigma)}$. (4.3.31)

Интенсивность отказов находится из

l(t) = $\dfrac{\exp\left[-(t-T_1)^2/2\sigma^2\right]}{\sqrt{2\pi}\,\sigma F\left((T_1-t)/\sigma\right)}$. (4.3.32)

Распределение Рэлея (рис. 4.3.3,е) - непрерывное распределение вероятностей с плотностью

p(x) = x/s2 exp(-x2/2s2) при x > 0;
p(x) = 0 при x£0,

зависящей от масштабного параметра s > 0. Распределение имеет положительную асимметрию, его единственная мода находится в точке x = s. Все моменты распределения Рэлея конечны.

Также как и распределение Вейбулла или g-распределение, распределение Рэлея пригодно для описания поведения изнашивающихся или стареющих изделий.

Частота отказов (функция плотности распределения вероятности отказов) определяется:

f(t) = t/s2 exp(-t2/2s2). (4.3.33)

Вероятность безотказной работы вычисляется из выражения

P(t) = exp(-t2/2s2). (4.3.34)

Интенсивность отказов находится из

l(t) = t/s2. (4.3.35)

Средняя наработка до первого отказа составит

T= $\sqrt{\pi/2}\cdot\sigma$. (4.3.36)

О выборе закона распределения отказов при расчете надежности

Определение закона распределения отказов имеет большое значение при исследованиях и оценках надежности. Определение P(t) по одной и той же исходной информации о T, но при различных предположениях о законе распределения может привести к существенно отличающимся результатам.

Закон распределения отказов можно определить по экспериментальным данным, но для этого необходимо проведение большого числа опытов в идентичных условиях. Практически эти условия, как правило, трудно обеспечить. Кроме того, такое решение содержит черты пассивной регистрации событий.

Вместе с тем во многих случаях за время эксплуатации успевает отказать лишь незначительная доля первоначально имевшихся объектов. Полученным статистическим данным соответствует начальная (левая) часть экспериментального распределения.

Более рационально - изучение условий, физических процессов при которых возникает то или другое распределение. При этом составляются модели возникновения отказов и соответствующие им законы распределения времени до появления отказа, что позволяет делать обоснованные предположения о законе распределения.

Опытные данные должны служить средством проверки обоснованности прогноза, а не единственным источником данных о законе распределения. Такой подход необходим для оценки надежности новых изделий, для которых статистический материал весьма ограничен.

2.5 Практическое занятие № 6 (2 часа).

Тема: «Методы анализа и контроля надежности АСОИУ»

2.5.1 Задание для работы:

1. Характеристики надежности.
2. Экспоненциальный закон надежности.

2.5.2 Краткое описание проводимого занятия:

На испытания ставятся 1000 элементов. В первый час отказывает 50 элементов. В последующие 100 часов отказывают 890 элементов, причем отказы следуют равномерно во времени. В следующий (после 100 часов) отказывают еще 20 элементов. Спрашивается: когда элемент имеет наивысшую надежность?

Абсолютные цифры не могут характеризовать этого явления. Очевидно, что наиболее надежный элемент имеет минимальную интенсивность отказов.

Практически кривую интенсивности отказов можно построить по методике построения кривой q(t).

2.5.3 Результаты и выводы:

(По данной форме необходимо представить все практические занятия)

Данную кривую следует считать идеальной. Она может не получиться, если достаточно хорош контроль перед испытанием (бракуются и не испытываются элементы с дефектами). В этом случае будет отсутствовать первый участок. Кроме того, у многих элементов срок службы заканчивается раньше, чем на кривой l(t) наступит 3-й участок.

Поэтому во многих случаях можно принять, что

l(t)= l=const

Тогда функция надежности примет следующий вид:

P(t)=exp[-lt]. (3.23)

Формула (3.23) является выражением экспоненциального закона надежности. Для него вероятность отказа за время t равна

Q(t)=1-e-lt,

а плотность вероятности отказов

q(t)=le-lt

Для экспоненциального закона интенсивность отказа обратна среднему времени. Поэтому функцию надежности можно записать и так

P(t)=exp

Часто интересующее нас время во много раз меньше среднего времени

t<<T0 или <<1.

Тогда можно пользоваться приближенными формулами.

2.6 Практическое занятие №7 (2 часа).

Тема: «Анализ надежности программного обеспечения»

2.6.1 Задание для работы:

1 Конкретизация понятия отказа с учетом цели проведения расчета надежности. Обоснование допущений, принимаемых при вычислениях, без существенной потери их точности.

2 Изучение множества допустимых вариантов технологического процесса решения задачи, с целью определения состава используемых технических средств; схем технологического процесса; схем взаимосвязи наборов данных и программных модулей.

3 Декомпозиция используемой технической системы и построение структурной схемы ее надежности при решении рассматриваемой задачи.

4 Разметка структурной схемы надежности, предполагающая определение времени использования каждого выделенного компонента технической системы.

5 Разработка агрегированной структурной схемы надежности.

6 Построение аналитической модели надежности.

7 Вычисление показателей эксплуатационной надежности.

2.6.2 Краткое описание проводимого занятия:

Надежность программного обеспечение может быть определена как свойство программы выполнять заданные функции в заданных условиях работы и на заданной вычислительной системе. Данное определение аналогично определению понятия надежности технических средств. Однако механизмы возникновения отказа аппаратуры и отказа ПО существенно отличаются друг от друга. Отказ аппаратуры обусловлен, как правило, разрушением или старением каких-либо элементов аппаратуры. Отказ (появление ошибки) ПО обусловлен, в большинстве случаев, несоответствием ПО поставленным задачам. Несоответствие может возникнуть по двум причинам: либо разработчиком программы допущено нарушение спецификации–технических требований к программе, либо спецификация неточная или неполная.

Надежность зависит от технологии изготовления, внешних воздействий (высокой температуры, влажности, загрязнения воздуха, ударов и вибраций, термоударов), от ошибок при разработке программ, от неправильных действий обслуживающего персонала и т. д.

2.6.3 Результаты и выводы:

(По данной форме необходимо представить все практические занятия)

К факторам, определяющим надежность ПО, можно отнести факторы, связанные с разработкой ПО (качество программирования, объем программ, логическая сложность, опыт персонала), эксплуатационные факторы (полнота и качество документации, степень адаптации документации, простота изучения и использования, степень выполнения стандартов, защищенность информации, временные ограничения).

Следует обратить внимание на изменение показателей надежности во времени. Имеется интервал времени, когда происходит приработка, выявление браков в материале и технологии, далее наступает стабильный процесс с постоянной интенсивностью отказов, после которого наблюдается рост отказов из-за старения.

На надежность восстанавливающих систем значительное влияние оказывают средства контроля, диагностирования, эффективность профилактических работ и регламентных проверок, степень резервирования систем.

За последние два десятка лет актуальность проблемы повышения надежности стала очень острой. Внедрение информационных систем, АСУ на разных уровнях управления и особенно ответственных САУ без решения задач обеспечения надежности и повышения производительности было невозможно.

Стали применяться различные методы и средства обеспечения требуемой надежности.

Интеграция элементов (БИС и СБИС) способствовала повышению надежности устройств. Немаловажное значение имело также усовершенствование механических, электромеханических и оптомеханических, устройств ПУ и ВЗУ. Для повышения надежности ИВС значительную роль сыграло резервирование – способ повышения надежности при помощи аппаратуры, готовой в любой момент заменит отказавшую аппаратуру. В последние годы разрабатываются отказоустойчивые информационно-вычислительные системы, в которых высокая надежность достигается за счет автоматизации процесса восстановления

В повышении надежности очень важную роль играет контроль в системах. Под контролем ИВС понимают процессы, обеспечивающие обнаружение ошибок в работе ИВС, вызванных отказом или сбоем аппаратуры, ошибкой оператора, ошибкой в программе или другими причинами. В сочетании с мерами по включению резерва, восстановлению отказавшей аппаратуры и корректировке ошибочных программ или данных контроль является одним из самых эффективных средств повышения надежности и достоверности обработки информации.

К способам обеспечения надежности ПО относятся:

1.Усрвершенствование технологии программирования;

2.Выбор алгоритмов, не чувствительных кразличного рода нарушениям вычислительного процесса;

3.Резервирование программ, введение структурной избыточности;

4. Контроль и тестирование программ с последующей коррекцией.