

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра информатики

В.В. Извозчикова

КАЧЕСТВО ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Методические указания

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет» для обучающихся по образовательным программам высшего образования по направлениям подготовки 09.04.02 и 09.03.02 Информационные системы и технологии

Оренбург
2018

УДК 004.65(076)
ББК 32.973-018.2я7
ИЗ4

Рецензент – доцент, кандидат технических наук А.Н. Колобов

ИЗ4 Извозчикова, В. В.
Качество информационных систем: методические указания / В.В. Извозчикова; Оренбургский гос. ун.-т. – Оренбург: ОГУ, 2018.

Методические указания предназначены для практического изучения большинства параметров оценки качества и надежности информационных систем. Указания содержат задания и примеры выполнения для семи лабораторных работ, включающих вопросы расчета надежности технических средств ИС, диагностирования состояния технических систем и их прогноза, повышения качества передачи информации и тестирования программных средств.

Методические указания предназначены для бакалавров по направлению подготовки 09.03.02 Информационные системы и технологии при изучении дисциплины «Качество информационных систем» и магистрантов по направлению подготовки 09.04.02 Информационные системы и технологии при изучении дисциплины «Управление качеством информационных систем».

УДК 004.65(076)
ББК 32.973-018.2я7

© Извозчикова В.В., 2018
© ОГУ, 2018

Содержание

Введение	5
1 Основные показатели качества информационных систем.....	7
2 Лабораторная работа №1. Определение характеристик простейшего потока.....	9
2.1 Свойства простейшего потока	9
2.2. Задания к лабораторной работе	10
3 Лабораторная работа №2. Определение основных характеристик надежности невосстанавливаемых элементов информационных систем	11
3.1 Пример выполнения задания.....	11
3.2 Задания к лабораторной работе №2	12
4 Лабораторная работа №3. Определение показателей надежности в период процесса эксплуатации систем.....	16
4.1 Пример выполнения заданий	16
4.2 Задания к лабораторной работе №3	17
5 Лабораторная работа №4. Расчёт структурных схем надёжности информационной системы.....	19
5.1 Пример выполнения задания.....	19
5.2 Задание к лабораторной работе №4.....	26
6 Лабораторная работа №5. Освоение алгоритмов диагностики и прогнозирования состояния технических средств ИС.....	27
6.1 Пример выполнения заданий	27
6.2 Задания к лабораторной работе №5	29
7 Лабораторная работа №6. Расчет надежности вычислительных сетей	30
7.1 Методика выполнения заданий.....	30
7.2 Расчет показателей надежности вычислительной сети.....	34
8 Лабораторная работа №7. Определение качества программных средств информационных систем.....	36
8.1 Способы определения и повышения качества программных средств.....	36
8.2 Задание к лабораторной работе № 7.....	37
9 Литература, рекомендуемая для изучения	38

Приложение А (<i>обязательное</i>) Варианты структурных схем надежности.....	40
Приложение В (<i>обязательное</i>) Численные значения параметров структурных схем надежности.....	45

Введение

С точки зрения безопасности информации, циркулирующей в информационной системе, необходимо обеспечить высокую надежность функционирования используемых технических средств и качество программных средств. Надежность и качество этих средств достигается и обеспечивается на всех этапах их жизненного цикла: разработки, производства и эксплуатации [1].

Для программных средств, обеспечивающих необходимое качество информационных систем (ИС), этап разработки является определяющим. На этом этапе основными направлениями повышения качества программных средств являются:

- корректная постановка задачи на их разработку;
- использование прогрессивных технологий программирования.

В настоящее время для повышения надежности и качества программных продуктов используются современные технологии программирования. Так, за последнее десятилетие в области средств автоматизации программирования сформировалось новое направление под общим названием CASE–технология (Computer Aided Software Engineering). Эта технология позволяет значительно сократить возможности внесения субъективных ошибок разработчиков. Она характеризуется высокой автоматизацией процесса программирования, использованием стандартных программных модулей, тестированием их совместной работы.

На этапе эксплуатации программные средства также могут дорабатываться, в них устраняются обнаруженные ошибки, нарушающие достоверность и целостность программных средств.

Своевременное обнаружение и локализация возможных неисправностей в работе технических средств ИС является важным направлением в обеспечении ее надежности. Технические неисправности приводят не только к нарушению безопасности информации, обрабатываемой системой, но и опосредованно могут привести к её искажению за счет модификации программ, реализующих обработку этой информации.

Надежность технических средств ИС обеспечивается на всех этапах. На этапе разработки выбирается элементная база и структурные решения, обеспечивающие максимально достижимую надежность информационной системы в целом.

Для обеспечения надежности технических средств большую роль играет этап производства. Главными условиями выпуска надежной продукции является высокий технологический уровень производства и организация эффективного контроля качества выпускаемых технических средств.

Необходимый уровень работоспособности ИС в процессе эксплуатации обеспечивается путем своевременного определения её технического состояния с помощью средств функционального контроля. В целом эффективность системы контроля характеризуется следующими показателями [2]:

- отношением количества оборудования, охваченного системой контроля, к общему количеству оборудования ИС;

- отношением количества оборудования системы контроля к общему количеству оборудования ИС;

- точностью диагностики, то есть вероятностью обнаружения системой контроля неисправностей;

- степенью детализации, с которой система контроля указывает место возникновения неисправностей.

Все существующие на данный момент методы контроля работоспособности технических средств ИС можно разделить на два вида: программный и аппаратный. Возможен также комбинированный метод, который использует одновременно аппаратные и программные средства.

1 Основные показатели качества информационных систем

Качество информационной системы – это совокупность свойств информационной системы, которые, в соответствии с назначением системы, обуславливают возможность ее использования для удовлетворения определенных потребностей [2]. Существуют показатели, являющиеся количественными характеристиками этих свойств, которые необходимо контролировать и учитывать. Основными показателями качества информационных систем являются надежность, экономичность и безопасность, что приведено на рисунке 1.1.

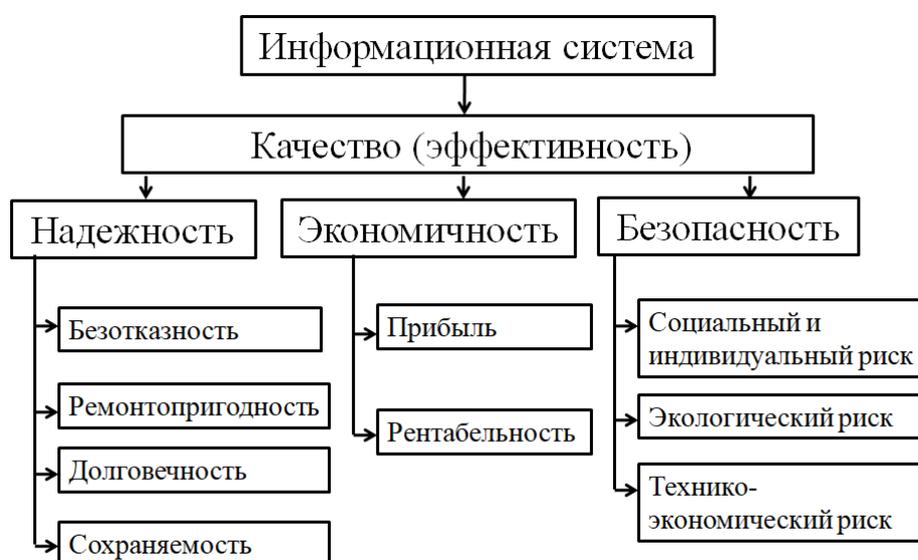


Рисунок 1.1 – Основные показатели качества информационных систем

Надежность – свойство системы (объекта) сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, которые характеризуют способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения [1].

Надежность является комплексным свойством системы, включающим в себя более простые свойства: безотказность, ремонтпригодность, долговечность, сохраняемость, достоверность и т. д.

Показатель надежности – это количественная характеристика одного или нескольких свойств, определяющих надежность системы. В основе большинства показателей надежности лежат оценки наработки системы. Наработка – это продолжительность или объем работы системы.

Безотказность – свойство системы сохранять работоспособное состояние в течение некоторого времени или наработки [1].

Ремонтопригодность – свойство системы, которое заключается в приспособленности к предупреждению и обнаружению причин возникновения отказов, повреждений и поддержанию и восстановлению работоспособного состояния путем проведения технического обслуживания и ремонтов [1].

Долговечность – свойство системы сохранять при установленной системе технического обслуживания и ремонта работоспособное состояние до наступления предельного состояния, то есть такого момента, когда дальнейшее использование системы по назначению недопустимо или нецелесообразно [1].

Сохраняемость – свойство системы сохранять работоспособность при хранении до начала эксплуатации, в перерывах между периодами эксплуатации и после транспортировки [1].

Достоверность функционирования – свойство системы, которое обуславливает безошибочность производимых ею преобразований информации. Достоверность функционирования информационной системы полностью определяется и измеряется достоверностью ее результатной информации [3].

Эффективность – свойство системы выполнять поставленную цель в заданных условиях использования и с определенным качеством. Показатели эффективности характеризуют степень приспособленности системы к выполнению поставленных перед ней задач. Они являются обобщающими показателями оптимальности функционирования ИС, которые зависят от таких локальных показателей, как надежность, безопасность, достоверность, Кардинальным обобщающим показателем является экономическая эффективность системы, которая характеризует целесообразность произведенных затрат на создание и функционирование системы [3].

2 Лабораторная работа №1. Определение характеристик простейшего потока

Цель работы: рассчитать вероятности событий для простейшего потока.

2.1 Свойства простейшего потока

В теории надежности очень часто рассматривают простейший поток отказов, который соответствует простейшему потоку случайных событий.

Простейший поток обладает следующими свойствами: стационарность, ординарность, отсутствие последействия [4] .

Свойство стационарности простейшего потока определяется тем, что вероятность появления того или иного числа отказов на некотором временном интервале эксплуатации t_i зависит только от длины этого интервала, но не зависит от положения этого интервала на оси времени t_i . То есть, предполагается, что отказы распределены на оси времени в процессе эксплуатации с одинаковой средней плотностью λ .

Ординарность определяется тем, что вероятность возникновения двух или более отказов системы в некоторый момент времени t_i пренебрежимо мала по сравнению с вероятностью одного отказа. Практически это означает, что в системе не может быть одновременно более двух отказов.

Отсутствие последействия определяется тем, что наступление отказа в момент времени t_i не зависит от того, сколько отказов и в какие моменты времени они возникали до момента t_i .

Поскольку простейший поток отказов соответствует простейшему потоку событий, то он подчиняется закону Пуассона. Закон Пуассона формулируется следующим образом [4]. Если случайная величина ξ в простейшем потоке событий за время t , есть некоторое целое положительное значение K , то эта величина распределена по закону Пуассона

$$p(\xi = K) = \frac{a^K}{K!} e^{-a} .$$

Статистический смысл параметра a состоит в том, что a – это среднее число событий, наступающих в простейшем потоке за время t , и определяется выражением $a = \lambda \cdot t$.

С точки зрения надежности случайная величина ξ представляет собой число отказов технических устройств (ТУ), а число $p(\xi = K)$ представляет собой вероятность появления ровно K отказов ТУ за время t .

Таким образом, вероятность безотказной работы, или вероятность работы ТУ без отказов в течение времени t будет определяться по формуле

$$p(\xi = 0) = \frac{a^0}{0!} e^{-a} = e^{-a} = e^{-\lambda \cdot t}.$$

Вероятность противоположного события, которое заключается в том, что за время t произойдет хотя бы один отказ, будет равна

$$p(\xi \geq 1) = 1 - p(\xi = 0) = 1 - e^{-\lambda \cdot t}.$$

2.2. Задания к лабораторной работе

Для различных значений интенсивности поступления требований λ на обработку заданий определить следующие вероятности событий.

1. Вероятность отсутствия требования $P_0(t)$ за промежуток времени $t = t_2 - t_1$.
2. Вероятность поступления более одного требования $P_{>1}(t)$.
3. Вероятность поступления одного требования $P_1(t)$.
4. Вероятность поступления четырех требований $P_4(t)$.
5. Вероятность поступления не менее пяти требований $P_{\geq 5}(t)$.
6. Вероятность поступления менее трех требований $P_{<3}(t)$.
7. Вероятность поступления не более семи требований $P_{\leq 7}(t)$.

3 Лабораторная работа №2. Определение основных характеристик надежности невосстанавливаемых элементов информационных систем

Цель работы: решение задач по расчету основных характеристик надежности невосстанавливаемых элементов информационных систем.

Ход работы:

- a) сформулировать задачи в виде текста, то есть на естественном языке;
- b) ввести обозначения и пояснения к ним, т.е. формализовать условия задачи;
- c) описать решения в терминах принятых обозначений;
- d) построить алгоритмы решения задач;
- e) написать программу решения на алгоритмическом языке по полученной блок-схеме или использовать готовое приложение.
- f) привести листинг рабочей программы и результаты решения (скриншоты).

3.1 Пример выполнения задания

Пункт (а). В системе одновременно эксплуатировалось 420 однотипных цифровых устройств. Известно, что через 100 часов отказало 30 устройств, а еще через следующие 100 часов отказало еще 38 устройств. Определить статистические вероятности безотказной работы и отказов через 100 и 200 часов, условную вероятность безотказной работы через 200 часов, при условии, что приборы проработали уже 100 часов, а также определить статистические значения плотности вероятности отказов через 100 и 200 часов.

Пункт (b). Введем следующие обозначения:

- $p^*(t)$ – статистическая вероятность безотказной работы через t часов;
- $q(t)$ – статистическая вероятность отказов через t часов;
- $p^*(t_i/t_j)$ – условная вероятность безотказной работы через t_i часов при условии, что приборы проработали безотказно уже t_j часов;
- $f^*(t)$ – статистическое значение плотности вероятности отказов через t часов;

- N – число поставленных на эксплуатацию приборов;
- $\Delta n(t)$ – число отказавших ко времени t приборов;
- $N(t)$ – число приборов, оставшихся работоспособными к моменту времени t .

Пункт (с) . Задача решается в соответствии со следующими выражениями [4,5].

$$p^*(t) = \frac{N - N(t)}{N_t}; q^*(t) = \frac{n(t)}{N}; p^*(t_i / t_j) = \frac{p(t_i)}{p(t_j)}; f^*(t) = \frac{\Delta n(t)}{N_t}.$$

Пункт (d). Построить и привести блок-схему алгоритма решения в соответствии с приведенной последовательностью применения формул

$$P^*(t=100) = \frac{N - N(t=100)}{N} = \frac{420 - 30}{420} = 0.93,$$

$$P^*(t=200) = \frac{N - N(t=200)}{N} = \frac{420 - 30 - 38}{420} \approx 0.84,$$

$$q(t=100) = \frac{n(t=100)}{N} = 0.07,$$

$$q(t=200) = 1 - p(t=200) = 0.16,$$

$$f^*(t=200) = \frac{\Delta n(t=200)}{N(t=200)} = \frac{38}{420 \cdot 200} \cong 4.5 \cdot 10^{-4} (1/\text{час}).$$

Пункт (f). Привести скриншоты решения задания.

3.2 Задания к лабораторной работе №2

3.2.1 Задание 1. В процессе эксплуатации велось наблюдение за 520 дисковыми течениями 2000 часов. Определить статистическую вероятность безотказной работы этих устройств, если в течении указанного времени было зарегистрировано 64 отказа, причем 18 дисководов отказали в первые 380 часов.

3.2.2 Задание 2. Найти статистическое распределение плотности вероятности отказов и статистическую кривую интенсивности отказов 500 вентиляторов для ПЭВМ, испытанных на эксплуатационном режиме до полного отказа всех устройств. Отказы вентиляторов подсчитывались через каждые 100 часов. Результаты испытаний сведены в таблицу 3.1.

Таблица 3.1– Результаты испытаний

№ п/п	Δt_i в часах	Δn_j	№ п/п	Δt_i в часах	Δn_j
1	0-100	9	16	1500-1600	3
2	100-200	13	17	1600-1700	5
3	200-300	16	18	1700-1800	11
4	300-400	15	19	1800-1900	18
5	400-500	11	20	1900-2000	27
6	500-600	6	21	2000-2100	38
7	600-700	3	22	2100-2200	48
8	700-800	2	23	2200-2300	55
9	800-900	4	24	2300-2400	52
10	900-1000	3	25	2400-2500	46
11	1000-1100	2	26	2500-2600	42
12	1100-1200	5	27	2600-2700	31
13	1200-1300	3	28	2700-2800	15
14	1300-1400	3	29	2800-2900	7
15	1400-1500	4	30	2900-3000	3

3.2.3 Задание 3. В системе эксплуатировалось $N=80$ электронно-цифровых устройств, за которыми велось наблюдение в течение 500 часов. Определить статистическую интенсивность отказов $\lambda^*(t)$ и статистическую вероятность безотказной работы $p^*(t)$ в точках наблюдения, если известно, что каждые 50 часов отказывало по 2 устройства.

3.2.4 Задание 4. На эксплуатацию было поставлено 500 блоков питания. Известно, что вероятность безотказной работы блоков питания определяется экспоненциальным законом, выраженным формулой

$$p(t) = e^{-0,0098t}$$

Определить среднее количество отказов через 80 часов наработки.

3.2.5 Задание 5. Интенсивность отказа системного блока ЭВМ в период нормальной эксплуатации является практически постоянной величиной и равна $\lambda = 0,021 \cdot 10^{-3}$. Закон распределения отказов - экспоненциальный. Определить для времени наработки блока $t = 500$ час вероятность безотказной работы, плотность вероятности (частоту) отказов и среднее время безотказной работы.

Основные формулы для расчетов приведены ниже [4,5]

$$p(t) = e^{-\lambda \cdot t},$$

$$f(t) = \lambda \cdot e^{-\lambda \cdot t},$$

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{p(t)},$$

$$T = \frac{1}{\lambda}.$$

3.2.6 Задание 6. По известному графику интенсивности отказов устройства, приведенного на рисунке 3.1, построить график вероятности его безотказной работы.

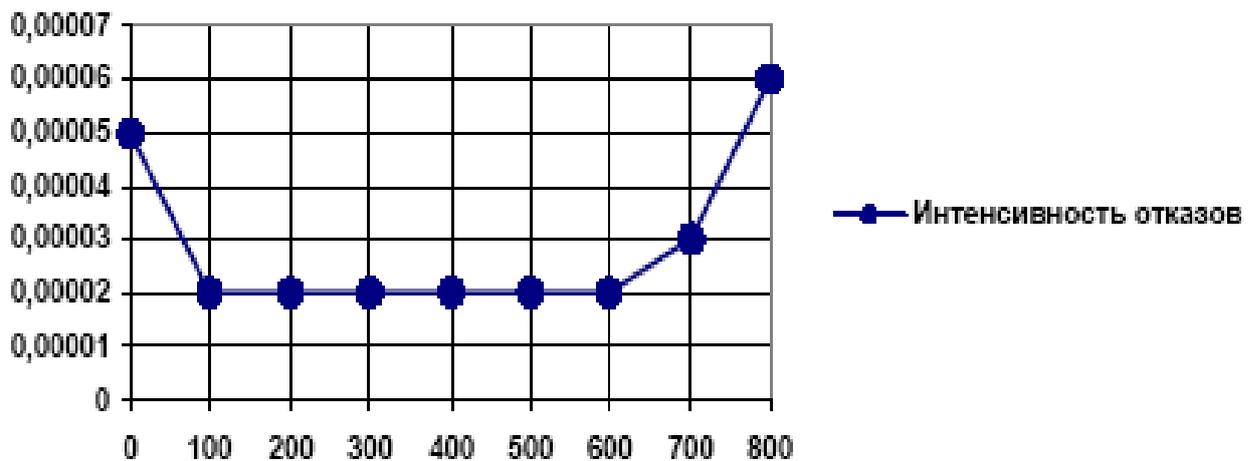


Рисунок 3.1 – График интенсивности отказов ТУ

3.2.7 Задание 7 . График вероятности безотказной работы микроконтроллера показан на рисунке 3.2. На эксплуатацию было поставлено 180 микроконтроллеров. Определить среднее количество отказавших микроконтроллеров через 300 часов и интенсивность безотказной работы через 600 часов.

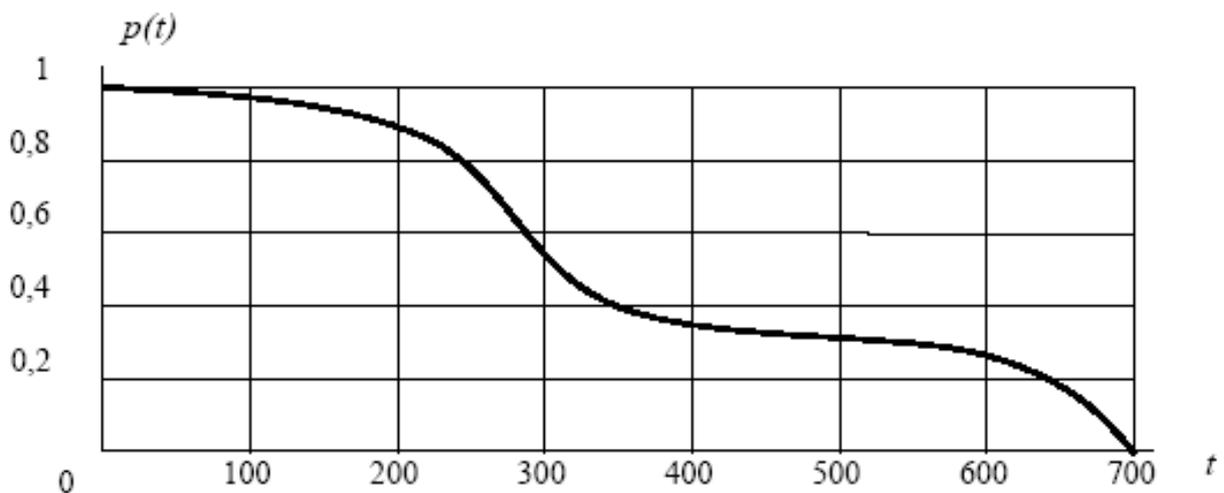


Рисунок 3.2 –График вероятности безотказной работы микроконтроллера

3.2.8 Известно, что

$$\lambda_i^* = \frac{\Delta n_i}{N_i \Delta t_i}.$$

Индекс « i » является указателем интервала, для которого рассчитывается интенсивность отказа. Согласно приведенной формуле нам необходимо знать величины Δn_i , N_i , Δt_i . Обычно из условия задачи известны количество отказавших Δn_i ТУ и величина интервала времени Δt_i . Величина N_i по своей сути представляет собой математическое ожидание числа безотказно проработавших ТУ в течение i -го интервала времени. Наиболее простой статистической оценкой этой величины является среднеарифметическое [4,5]

$$N_i^* = \frac{\sum_{i=1}^8 (N - \Delta n_i)}{i}.$$

Однако существует другая формула, которая с большей точностью соответствует значению математического ожидания

$$N_i = N - \sum_{k=1}^{i-1} \Delta n_k - \frac{\Delta n_i}{2}.$$

4 Лабораторная работа №3. Определение показателей надежности в период процесса эксплуатации систем

Цель работы: разработать алгоритмы определения показателей надежности в период процесса эксплуатации информационных систем.

Ход работы:

- a) сформулировать задачи в виде текста, то есть на естественном языке;
- b) ввести обозначения и пояснения к ним, т.е. формализовать условия задачи;
- c) описать решения в терминах принятых обозначений;
- d) построить алгоритмы решения задач;
- e) написать программу решения на алгоритмическом языке по полученной блок-схеме или использовать готовое приложение;
- f) привести листинг рабочей программы и результаты решения (скриншоты).

4.1 Пример выполнения заданий

Пункт (а). В состав системы входит 3 блока, у которых период нормальной эксплуатации начинается одновременно. Эксплуатация системы начинается с момента начала периода нормальной эксплуатации. Интенсивности отказов блоков системы равны

$$\lambda_1 = 3,03 * 10^{-3} 1/час, \lambda_2 = 3,13 * 10^{-3} 1/час, \lambda_3 = 2,97 * 10^{-3} 1/час.$$

Надежность системы можно характеризовать соотношением: $t_p / T = 0.58$.

Необходимо определить ресурс системы.

Пункт (b). Введем следующие обозначения:

- $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$, – интенсивности отказов блоков 1,2 и 3 соответственно;
- T – среднее время безотказной работы системы;
- t_p – ресурс системы.

Пункт (c). Ресурс системы t_p будет рассчитываться по среднему времени безотказной работы системы. Средним временем безотказной работы системы будет

считаться среднее время безотказной работы наименее надежного блока. По условию задачи это второй блок, так как $\lambda_2 > \lambda_1$ и $\lambda_2 > \lambda_3$, поэтому $T = T_2 = \frac{1}{\lambda_2}$.

Тогда, согласно условию задачи, ресурс системы будет равен $t_p = 0.58T$.

Пункт (d). Решить задачу, построить и привести алгоритм решения в соответствии с приведенной последовательностью формул

$$T = T_2 = \frac{1}{\lambda_2} = \frac{1}{3.13 \cdot 10^{-3} (1/\text{час})} \cong 319,5(\text{час}).$$

$$t_p = 0.58T = 0.58 \times 319,5(\text{час}) = 185,31(\text{час}).$$

Пункт (f). Привести скриншоты решения задания.

4.2 Задания к лабораторной работе №3

4.2.1 Задание 1. Испытаниям на надежность подверглось 1000 лазерных головок дисководов. Число отказов головок подсчитывалось в каждом интервале времени $\Delta t = 500$ часов. Испытания проводятся в режиме нормальной эксплуатации до полного отказа всех устройств. Результаты испытаний занесены в таблицу. Пользуясь данными таблицы 4.1 построить график функции интенсивности отказов от времени и провести анализ этого графика.

Таблица 4.1 – Данные наблюдений

Интервал времени Δt , час	Количество отказов	Интервал времени Δt , час	Количество отказов	Интервал времени Δt , час	Количество отказов
0-500	60	3000-3500	40	6000-6500	20
500-1000	200	3500-4000	30	6500-7000	20
1000-1500	197	4000-4500	20	7000-7500	20
1500-2000	150	4500-5000	20	7500-8000	30
2000-2500	128	5000-5500	20	8000-8500	20
2500-3000	79	5500-6000	20	8500-9000	10

4.2.2 Задание 2. На испытание было поставлено 900 вентиляторов, за которыми велось наблюдение до отказа всех устройств. Вентиляторы относятся к элементам стареющего типа, их отказы считаются независимыми, имеют случайный характер и в ходе испытания подсчитывались через каждые 200 часов наработки. Результаты испытаний приведены в таблице 4.2. Определить среднюю наработку вентиля-

тора до отказа, построить график вероятности безотказной работы $p^*(t)$, график вероятности отказа $q^*(t)$, график плотности вероятности отказов $f^*(t)$, график интенсивности отказов $\lambda^*(t)$ в собственных осях координат и провести анализ этих графиков. Определить общую вероятность безотказной работы вентиляторов с учетом внезапных и постепенных отказов к моменту времени $t=5800$ часов от начала испытаний.

Таблица 4.2–Результаты испытаний

Наработка дисков в часах	Число отказавших дисков	Наработка дисков в часах	Число отказавших дисков
0-200	30	3200-3400	11
200-400	36	3400-3600	8
400-600	40	3600-3800	12
600-800	31	3800-4000	12
800-1000	25	4000-4200	14
1000-1200	28	4200-4400	45
1200-1400	20	4400-4600	31
1400-1600	18	4600-4800	22
1600-1800	16	4800-5000	61
1800-2000	15	5000-5200	74
2000-2200	13	5200-5400	82
2200-2400	15	5400-5600	80
2400-2600	12	5600-5800	56
2600-2800	11	5800-6000	25
2800-3000	10	6000-6200	23
3000-3200	9	6200-6400	15

5 Лабораторная работа №4. Расчёт структурных схем надёжности информационной системы

Цель работы: разработать алгоритмы расчета структурных схем надёжности информационной системы

Задание к лабораторной работе.

По заданной структурной схеме надёжности информационной системы и заданным значениям интенсивности отказов ее элементов, согласно выданному варианту, необходимо:

1) построить график изменения вероятности безотказной работы системы от времени наработки в диапазоне снижения вероятности до уровня не ниже 0,1;

2) по графику вероятности безотказной работы определить время наработки системы, которое соответствует заданному γ – процентному ресурсу системы γ ;

3) обеспечить за счёт структурного резервирования элементов системы, при заданном γ , увеличение времени наработки системы не менее чем в 1,5 раза.

5.1 Пример выполнения задания

На рисунке 5.1 приведена структурная схема надёжности системы.

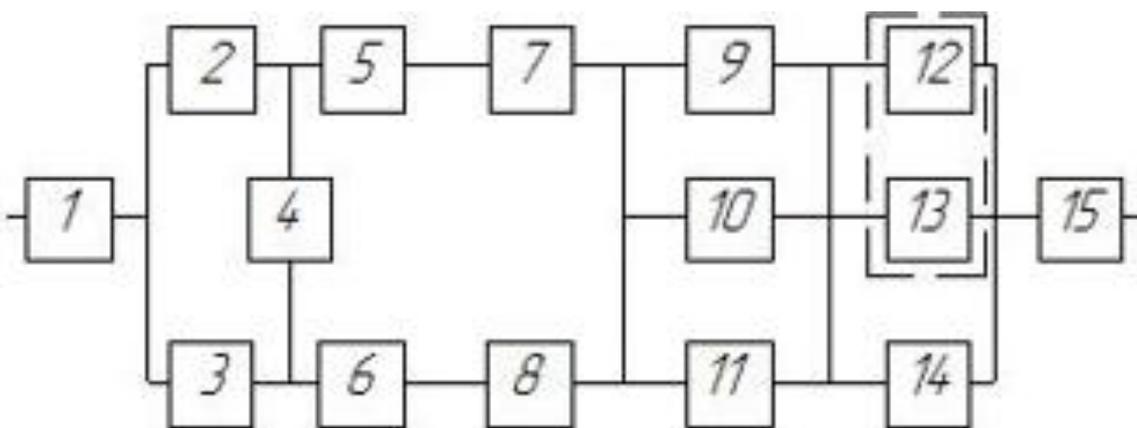


Рисунок 5.1 – Структурная схема надёжности

Исходные значения интенсивности отказов элементов составляют:

- $\lambda_1 = 0.1 \times 10^{-6} 1/\text{ч}$;
- $\lambda_2 = \lambda_3 = \lambda_5 = \lambda_6 = \lambda_9 = \lambda_{10} = \lambda_{11} = 5 \times 10^{-6} 1/\text{ч}$;
- $\lambda_4 = \lambda_{12} = \lambda_{13} = \lambda_{14} = 1 \times 10^{-6} 1/\text{ч}$;
- $\lambda_7 = \lambda_8 = 10 \times 10^{-6} 1/\text{ч}$;
- $\lambda_{15} = 0.2 \times 10^{-6} 1/\text{ч}$;
- $\gamma = 95\%$,

где γ – вероятность безотказной работы системы, по истечении определенного времени непрерывной работы (наработки) системы, выраженный в процентах.

Все элементы системы работают в режиме нормальной эксплуатации. Резервирование отдельных элементов или групп элементов должно осуществляться идентичными по надежности резервными элементами или группами элементов. Переключатели при резервировании считаются идеальными. На схеме обведенные пунктиром m элементов являются функционально необходимыми.

Произведем расчет вероятности безотказной работы заданной схемы надежности.

В исходной схеме элементы 5 и 7, соединены последовательно. Заменяем их квазиэлементом А и рассчитываем вероятность безотказной работы данного участка $P_A = p_5 p_7$.

Элементы 6 и 8, которые в исходной схеме соединены последовательно, заменяем квазиэлементом В и аналогично производим расчет участка $P_B = p_6 p_8$.

В исходной схеме элементы 9, 10, и 11 образуют параллельное соединение. Заменяем их квазиэлементом Е. Учитывая, что $p_9 = p_{10} = p_{11}$, получим

$$P_E = 1 - q_9 q_{10} q_{11} = 1 - q_9^3 = 1 - (1 - p_9)^3.$$

Элементы 12, 13 и 14 образуют соединение «2 из 3», которое заменяем элементом Н. Так как $p_{12} = p_{13} = p_{14}$, то для определения вероятности безотказной работы элемента Н можно воспользоваться выражением, в основе которого лежит формула биномиального распределения (биномиальному распределению подчиняется дискретная случайная величина k – число появлений некоторого события в серии из n опытов, если в отдельном опыте вероятность появления

события составляет p) [6,7]. Таким образом, вероятность безотказной работы системы « m из n » можно найти как сумму для $k = m, m+1, \dots, n$ по формуле

$$P = \sum_{k=m}^n p_k = \sum_{k=m}^n C_n^k p^k (1-p)^{n-k},$$

где C_n^k - биномиальный коэффициент, называемый «числом сочетаний по k из n » (то есть сколькими разными способами можно реализовать ситуацию k из n), который рассчитывается по формуле

$$C_n^k = \frac{n!}{k! (n-k)!}.$$

В данном конкретном случае, при $n = 3$ и $m = 2$, вероятность безотказной работы элемента Н определяется выражением $P = \sum_{k=2}^3 C_n^k (1-p)^{n-k}$.

$$P = \frac{3!}{2!(3-2)!} p^2 (1-p)^{3-2} + \frac{3!}{3!(3-3)!} p^3 (1-p)^{3-3} = 3p^2(1-p) + p^3 = 3p^2 - 3p^3 + p^3 = 3p^2 - 2p^3.$$

Преобразованная схема изображена на рисунке 5.2

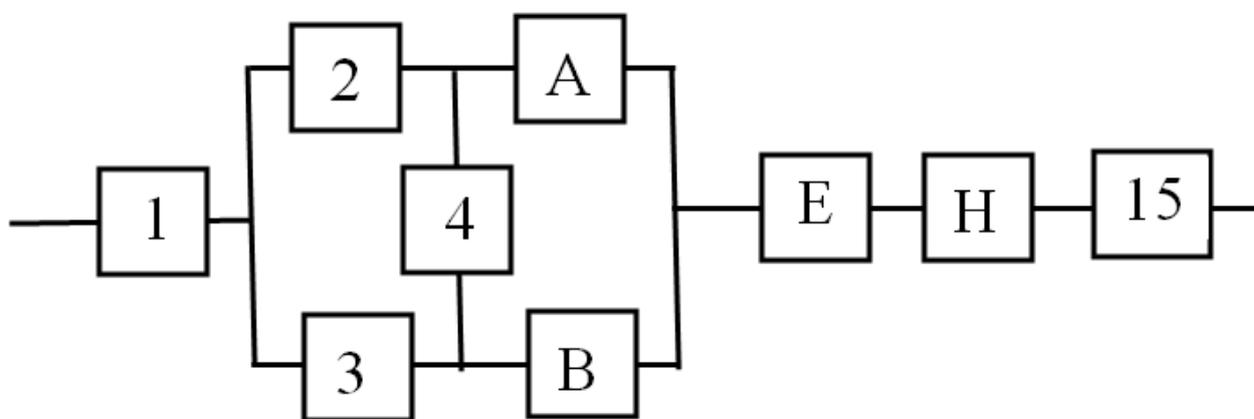


Рисунок 5.2 – Преобразованная схема надежности

Из полученной схемы видно, что элементы 2,3,4,А,В образуют мостиковую схему. Этот участок схемы можно заменить квазиэлементом F.

Для расчета вероятностей безотказной работы квазиэлемента F воспользуемся методом минимальных путей. Логическая схема мостиковой системы по методу минимальных путей представлена на рисунке 5.3.

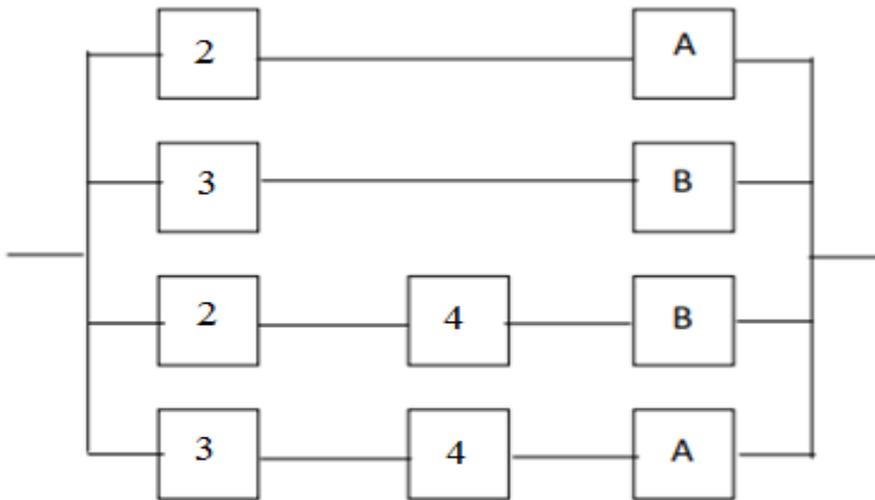


Рисунок 5.3 – Логическая схема мостиковой системы

Система, изображенная на рисунке 5.3 работоспособна до тех пор, пока будут работоспособны элементы 2 и А, или 3 и В, или 2, 4 и В или 3, 4, А. Таким образом вероятность работы квазиэлемента F будет равна

$$P_F = 1 - (1 - p_2)p_A - (1 - p_3)p_B - (1 - p_2p_4)p_B - (1 - p_3p_4)p_A .$$

Окончательная схема надежности заданной система примет вид, изображенный на рисунке 5.4.



Рисунок 5.4 – Окончательная преобразованная схема надежности

В преобразованной схеме элементы 1, F, E, H, и 15 образуют последовательное соединение. Тогда вероятность безотказной работы всей системы определяется выражением $P = p_1 p_F p_E p_H p_{15}$.

Так как по условию все элементы системы работают в периоде нормальной эксплуатации, то вероятность безотказной работы элементов с 1 по 15 подчиняются экспоненциальному закону $p_i(t) = e^{-\lambda_i t}$.

Результаты расчетов вероятностей безотказной работы элементов 1-15 исходной схемы по приведенной выше формуле для наработки до $3 \times 0,03 \cdot 10^6$ часов представлены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Результаты расчетов вероятностей безотказной работы

Элемент	$\lambda, 10^{-6}$	Наработка, t - 30000 ч					
		0,5	1	1,5	2	2,5	3
1	0,1	0,9985	0,9970	0,9955	0,9940	0,9925	0,9910
2,3,5,6,9,10,11	5	0,9277	0,8607	0,7985	0,7408	0,6873	0,6376
4,12,13,14	1	0,9851	0,9704	0,9560	0,9418	0,9277	0,9139
7,8	10	0,8607	0,7408	0,6376	0,5488	0,4724	0,4066
15	0,2	0,9970	0,9940	0,9910	0,9881	0,9851	0,9822
A,B	-	0,7985	0,6376	0,5092	0,4066	0,3247	0,2592
E	-	0,9996	0,9973	0,9918	0,9826	0,9694	0,9524
H	-	0,9993	0,9974	0,9944	0,9902	0,9851	0,9791
F	-	0,9951	0,9555	0,8684	0,7494	0,6205	0,4979
P	-	0,9896	0,9420	0,8450	0,7162	0,5794	0,4519

Результаты расчетов вероятностей безотказной работы квазиэлементов А, В, Е, F, H и P также представлены в таблице 5.1.

По полученным результатам строим график зависимости вероятности безотказной работы системы от времени эксплуатации, представленный на рисунке 5.5.

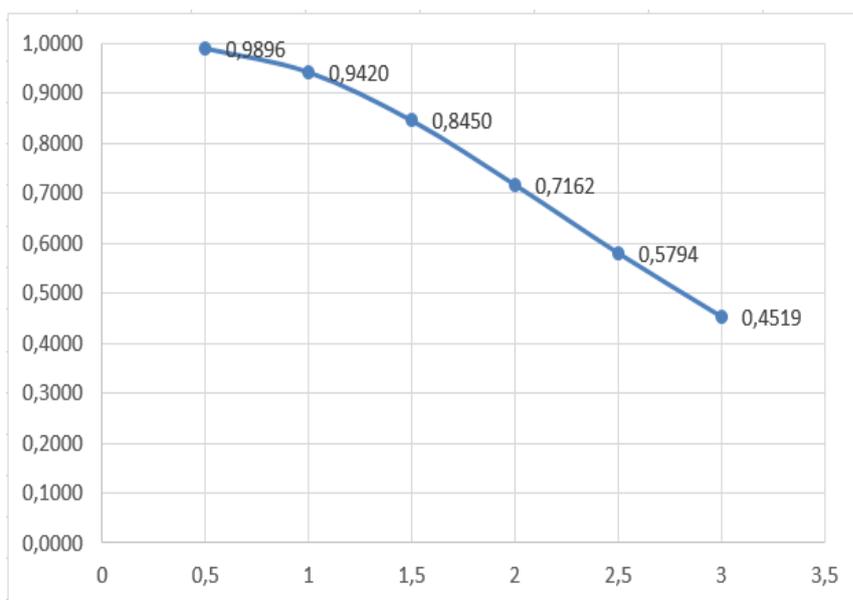


Рисунок 5.5 – График зависимости вероятности безотказной работы системы от времени эксплуатации

Находим для $\gamma = 90\%$ ($P=0.9$) γ – процентную наработку системы $t = 0,95 \times 10^6$.

Проверочный расчет при $t = 0,95 \times 10^6$ ч показывает, что $P_\gamma = 0,9491 \approx 0,95$.

По условиям задания находим время, превышающее в 1,5 раза время, соответствующее вероятности безотказной работы, равное 0,9 ($P_\gamma = 0,9$)

$$t' = 1,5xt = 1,5 \times 0,95 \times 10^6 = 1,425 \times 10^6 \text{ ч.}$$

Расчет показывает, что при $t' = 1,425 \times 10^6$ ч для элементов преобразованной схемы значения аргументов выделены оранжевым цветом, и приведены в таблице 5.2.

Как видно из таблицы, из пяти последовательно соединенных элементов минимальное значение вероятности безотказной работы имеет элемент F (элементы 2,3,4, А,В), и именно увеличение его надежности даст максимальное увеличение надежности системы в целом.

Таблица 5.2 – Дополненная таблица расчетов

Элемент	$\lambda, 10^{-6}$	Нарботка, t - 30000 ч						0,95	1,425
		0,5	1	1,5	2	2,5	3		
1	0,1	0,9985	0,9970	0,9955	0,9940	0,9925	0,9910	0,9972	0,9957
2,3,5,6,9,10,11	5	0,9277	0,8607	0,7985	0,7408	0,6873	0,6376	0,8672	0,8076
4,12,13,14	1	0,9851	0,9704	0,9560	0,9418	0,9277	0,9139	0,9719	0,9582
7,8	10	0,8607	0,7408	0,6376	0,5488	0,4724	0,4066	0,7520	0,6521
15	0,2	0,9970	0,9940	0,9910	0,9881	0,9851	0,9822	0,9943	0,9915
А,В	-	0,7985	0,6376	0,5092	0,4066	0,3247	0,2592	0,6521	0,5266
Е	-	0,9996	0,9973	0,9918	0,9826	0,9694	0,9524	0,9977	0,9929
Н	-	0,9993	0,9974	0,9944	0,9902	0,9851	0,9791	0,9977	0,9949
F	-	0,9951	0,9555	0,8684	0,7494	0,6205	0,4979	0,9617	0,8840
Р	-	0,9896	0,9420	0,8450	0,7162	0,5794	0,4519	0,9491	0,8621

Для того, чтобы при $t' = 1,425 \times 10^6$ ч система в целом имела вероятность безотказной работы $P' = 0.95$, надо найти необходимую вероятность безотказной работы элемента F. Так как: $P' = p_1 p_{F'} p_E p_H p_{15}$,

где $p_{F'}$ – необходимая вероятность безотказной работы элемента F, то

$$P_{F'} = \frac{P'}{p_1 p_E p_H p_{15}} = 0,9981.$$

Для повышения надежности системы добавляем к ней элементы, идентичные по надежности исходным элементам, до тех пор, пока вероятность безотказной работы квазиэлемента F не достигнет заданного значения.

Самыми ненадежными элементами, входящими в состав квазиэлемента F являются элементы 7 и 8. Последовательно добавляем по одному резервному элементу к 7 и 8 до тех пор, пока не достигнем нужной величины вероятности безотказной работы квазиэлемента F (не менее 0,9981). Результаты расчетов приведены в таблице 5.3.

Таким образом, для повышения надежности до требуемого уровня, необходимо в исходной схеме систему F достроить двумя элементами X1,X2 идентичными по надежности элементу 7 и двумя элементами X3,X4 идентичными по надежности элементу 8. Схема с резервными элементами представлена на рисунке 5.7.

Таблица 5.3 – Окончательный расчет вероятности безотказной работы

Элемент	$\lambda, 10^{-6}$	Наработка, t - 30000 ч						0,95	1,425
		0,5	1	1,5	2	2,5	3		
1	0,1	0,9985	0,9970	0,9955	0,9940	0,9925	0,9910	0,9972	0,9957
2,3,5,6,9,10,11	5	0,9277	0,8607	0,7985	0,7408	0,6873	0,6376	0,8672	0,8076
4,12,13,14	1	0,9851	0,9704	0,9560	0,9418	0,9277	0,9139	0,9719	0,9582
7,8	10	0,8607	0,7408	0,6376	0,5488	0,4724	0,4066	0,7520	0,6521
15	0,2	0,9970	0,9940	0,9910	0,9881	0,9851	0,9822	0,9943	0,9915
A,B	-	0,7985	0,6376	0,5092	0,4066	0,3247	0,2592	0,6521	0,5266
E	-	0,9996	0,9973	0,9918	0,9826	0,9694	0,9524	0,9977	0,9929
H	-	0,9993	0,9974	0,9944	0,9902	0,9851	0,9791	0,9977	0,9949
F	-	0,9951	0,9555	0,8684	0,7494	0,6205	0,4979	0,9617	0,8840
P	-	0,9896	0,9420	0,8450	0,7162	0,5794	0,4519	0,9491	0,8621
A'	-	0,9755	0,9147	0,8334	0,7429	0,6510	0,5628	0,9219	0,8464
B'	-	0,9755	0,9147	0,8334	0,7429	0,6510	0,5628	0,9219	0,8464
F'	-	0,9999	0,9975	0,9852	0,9531	0,8956	0,8143	0,9980	0,9881

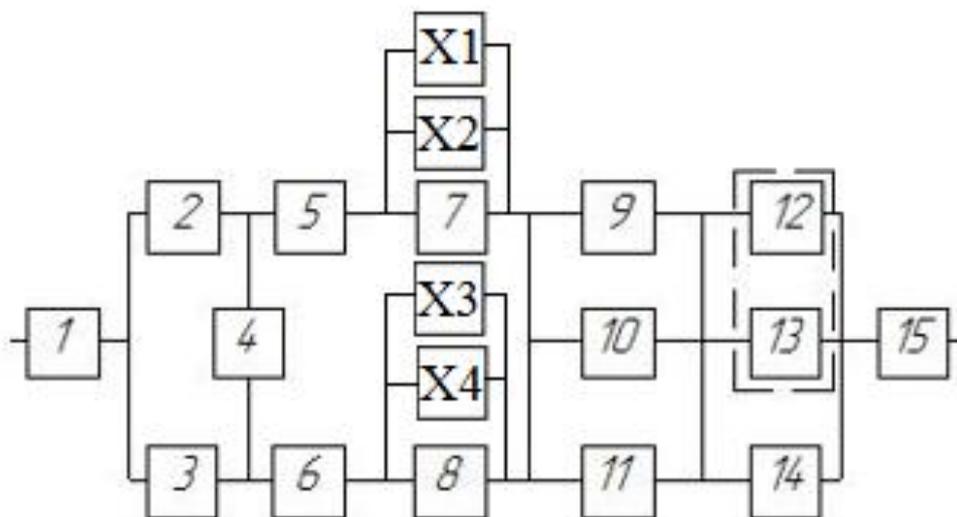


Рисунок 5.7 – Структурная схема надежности с резервными элементами

5.2 Задание к лабораторной работе №4

По заданной структурной схеме надежности информационной системы, заданным значениям интенсивностей отказов ее элементов и гамма – процентному ресурсу системы, согласно выданному варианту, произвести расчет надежности информационной системы.

Варианты схем надежности приведены в приложении А. Исходные данные интенсивностей отказов ее элементов приведены в приложении В.

6 Лабораторная работа №5. Освоение алгоритмов диагностики и прогнозирования состояния технических средств ИС

Цель работы: разработать алгоритмы диагностирования состояния технических систем и их прогноза.

6.1 Пример выполнения заданий

6.1.1 Постановка задачи. Для системы, состоящей из пяти элементов, разработать алгоритм диагностики состояний системы последовательного типа, используя метод половинного разбиения. Схема надежности с последовательным соединением представлена на рисунке 6.1.

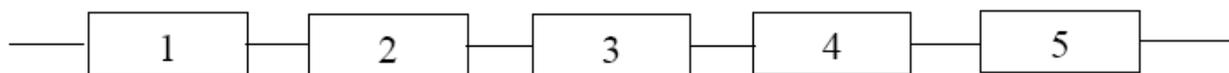


Рисунок 6.1 – Схема надежности с последовательным соединением элементов

Введем следующие обозначения:

- $y_i(t)$ – измеренное значение параметра;
- y_i – признак параметра;
- $j = 1, 2, \dots, 5$.

6.1.2 Решение задачи. Поскольку система состоит из нечетного числа элементов, то первую проверку можно делать после второго или третьего элемента. Произведем проверку после третьего элемента. Будем считать

$$y_i = \begin{cases} 0, & y_i(t) \in y_{i\text{дон}}; \\ 1, & y_i(t) \notin y_{i\text{дон}}. \end{cases}$$

где $y_{i\text{дон}}$ – область допустимых значений параметра y_i ;
 $i=1,2,\dots,5$.

Построим алгоритм поиска места отказа методом половинного разбиения, при условии, что система вообще отказала, т.е. $y_5=0$, [8,9]:

– если $y_3=0$ проверяется левая от третьего элемента ветвь путем деления ее пополам, т.к. в ней снова нечетное число элементов, то для проверки можно взять первый элемент;

– если $y_1=0$ означает, что отказал первый элемент;

– если $y_1=1$, то проверяется второй элемент;

– если $y_2=0$ означает, что отказал второй элемент;

– если $y_1=1$ означает, что отказал третий элемент;

– если $y_3=1$, то проверяют правую от третьего элемента ветвь, делят ее пополам и проверяют четвертый элемент;

– если $y_4=0$ означает, что отказал четвертый элемент;

– если $y_4=1$, отказал пятый элемент.

В результате получим граф, представленный на рисунке 6.2.

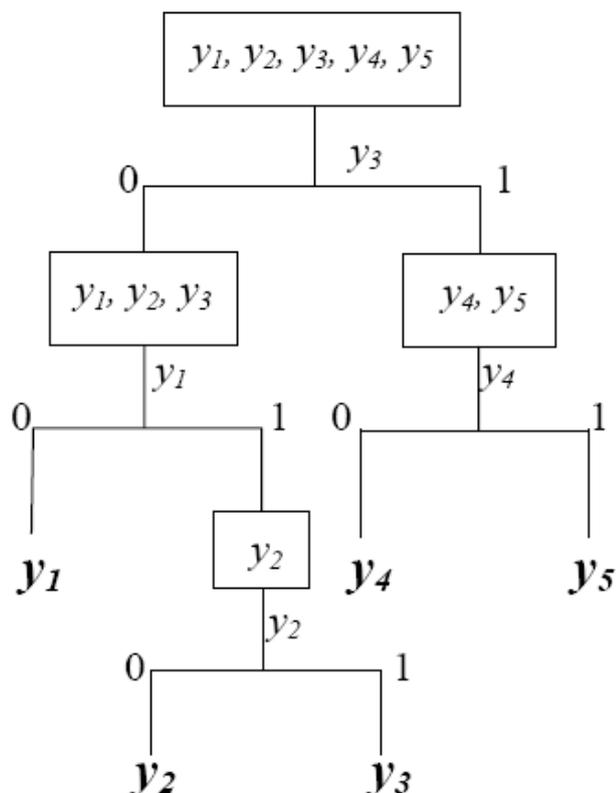


Рисунок 6.2 – Граф поиска неисправности

Таким образом, как видно из графа, построенного согласно алгоритму поиска отказов, отказ первого элемента распознается за два измерения ($y_3=0, y_1=0$), отказ второго элемента – за три измерения ($y_3=0, y_1=1, y_2=0$), отказ третьего элемента – за три измерения ($y_3=0, y_1=1, y_2=1$), отказ четвертого – за два измерения ($y_3=1, y_4=0$) и отказ пятого – за два измерения ($y_3=1, y_4=1$). Результаты можно представить в виде таблицы 6.1.

Таблица 6.1– Результаты поиска отказов

Параметры → Отказы ↓	y_3	y_1	y_2	y_4	y_5
y_1	0	0	-	-	-
y_2	0	1	0	-	-
y_3	0	1	1	-	-
y_4	1	-	-	0	-
y_5	1	-	-	1	-

6.2 Задания к лабораторной работе №5

6.2.1 Задача 1. Построить алгоритм диагностики состояний системы последовательного типа, состоящей из 11 элементов, используя метод половинного разбиения.

6.2.2 Задача 2. Дана система с принципиальной схемой, показанной на рисунке 6.2. Построить алгоритм диагностики на основе информационного критерия.

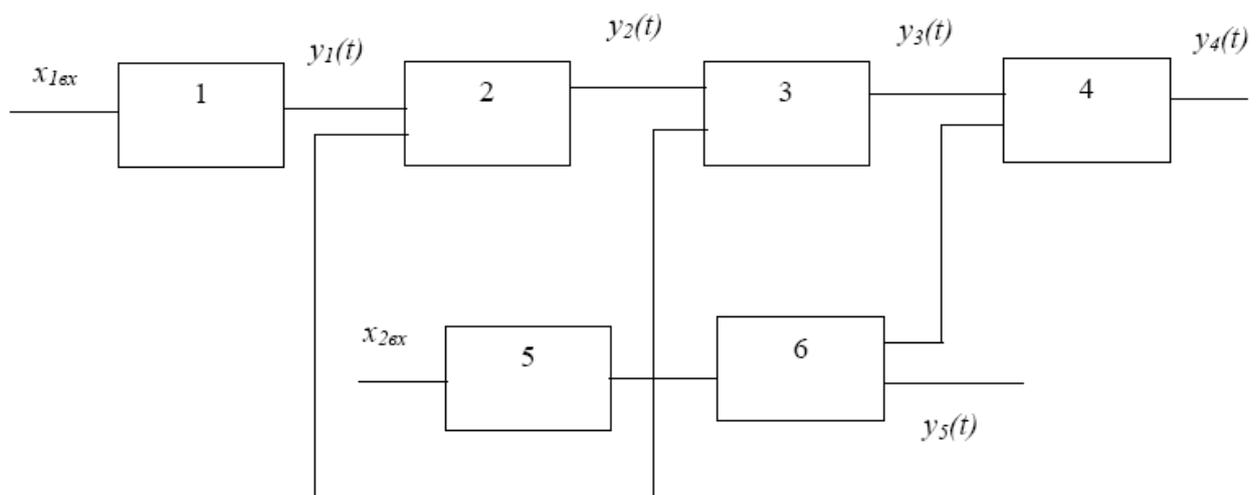


Рисунок 6.2– Принципиальная схема диагностируемой системы

7 Лабораторная работа №6. Расчет надежности вычислительных сетей

Цель работы: произвести расчет надежности заданного варианта вычислительной сети.

Указания к работе:

- сформулировать задачи в виде текста, то есть на естественном языке;
- ввести обозначения и пояснения к ним, т.е. формализовать условия задачи ;
- описать решения в терминах принятых обозначений;
- построить алгоритмы решения задач;
- написать программу решения на алгоритмическом языке по полученной блок-схеме или использовать готовое приложение.
- привести листинг рабочей программы и результаты решения (скриншоты).

7.1 Методика выполнения заданий

На рисунках 7.1 и 7.2 приведены примеры структурных схем одноранговой сети и сети на основе выделенного сервера соответственно.



Рисунок 7.1 – Структурная схема одноранговой сети

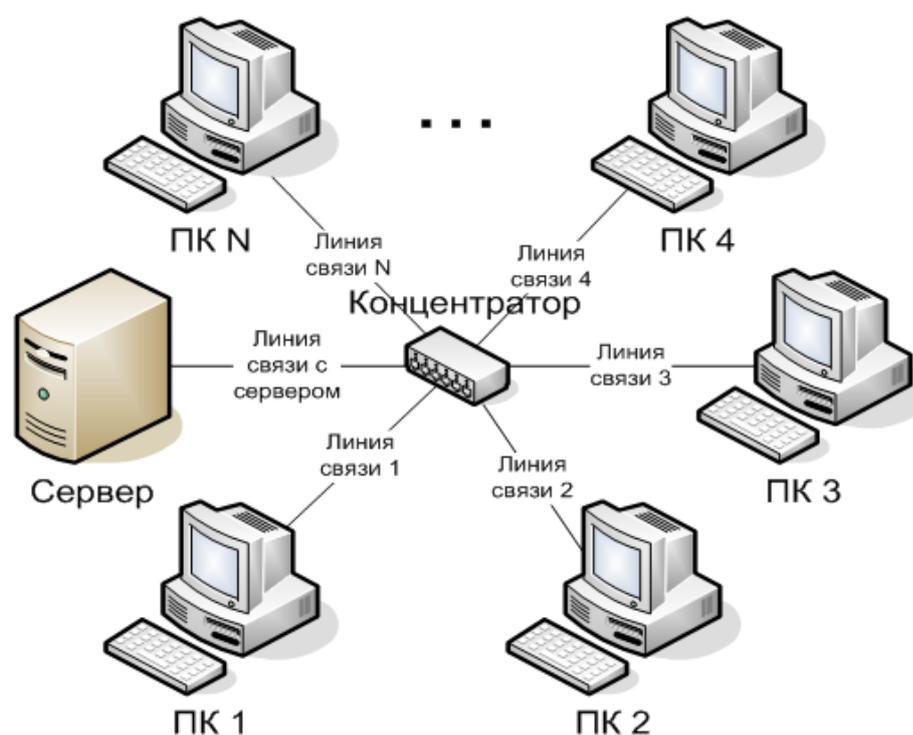


Рисунок 7.2 – Структурная схема сети на основе выделенного сервера

Будем считать, что в данных сетях используются следующие вероятности безотказной работы:

- вероятность безотказной работы кабелей не менее 92%;
- вероятность безотказной работы рабочих станций от 85% до 95%;
- вероятность безотказной работы концентратора (например, SuperStack II BaselineDualSpeedHub (12 портов)) приблизительно 98%;
- в случае использования сервера, его вероятность безотказной работы колеблется в пределах от 99,5% до 99,9%.

Составим структурные схемы надёжности для двух видов сетей, как показано на рисунках 7.3 и 7.4. Так как отказ компьютера в топологии «звезда» не выводит сеть из строя, то все компьютеры в схеме будут подключены параллельно. Однако выход из строя центрального элемента приводит к полному отказу всей сети, поэтому концентратор будет входить в структурную схему надёжности последовательно, так же как и сервер в варианте сети на основе сервера. Исходя из этих утверждений построим структурную схему надёжности для обоих вариантов сети.

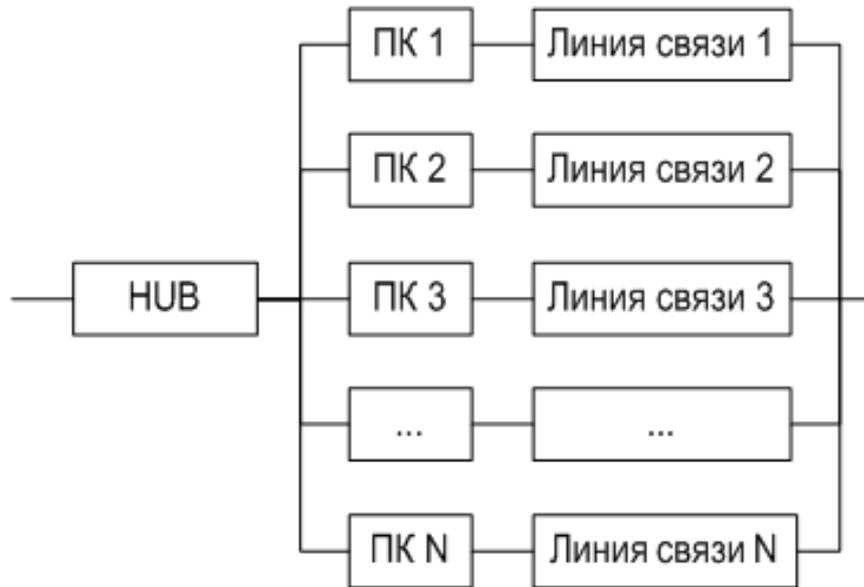
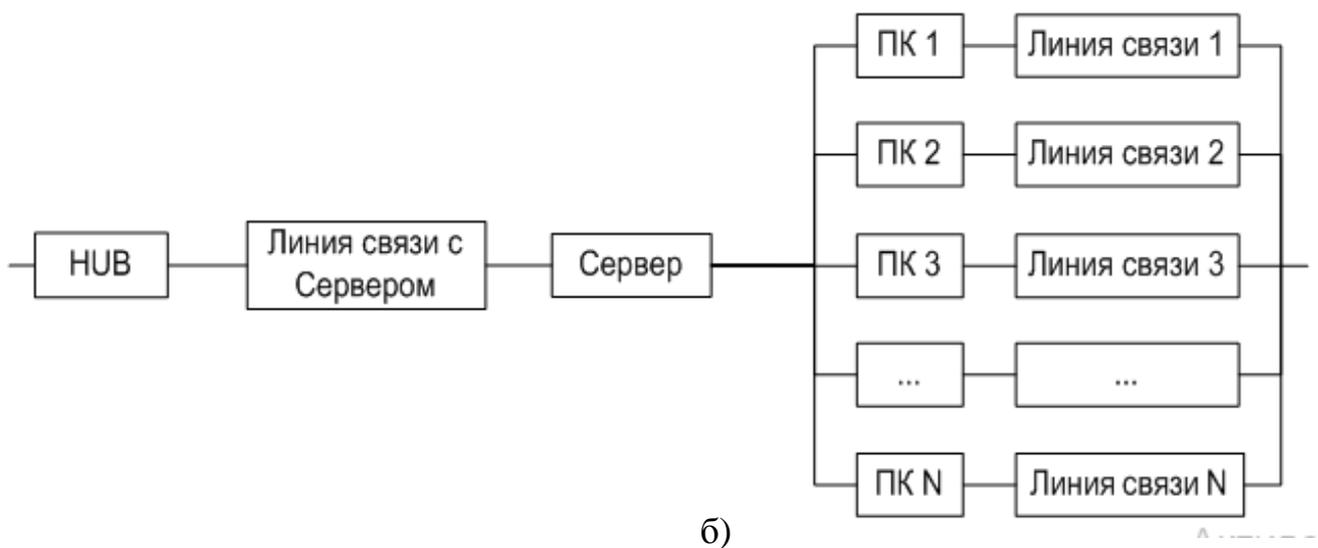


Рисунок 7.3 – Структурная схема надёжности одноранговой сети



б)

Рисунок 7.4 – Структурная схема надёжности сети на основе выделенного сервера

Чтобы рассчитать вероятности безотказной работы заданной системы воспользуемся следующими формулами:

– для последовательного соединения

$$P_n(t) = \prod_{i=1}^n P_i(t) = e^{-\lambda_n t},$$

где n - количество элементов;

$$\lambda_n = \sum_{i=1}^n \lambda_i - \text{интенсивность отказов системы};$$

– для параллельного соединения, формула имеет вид

$$P_m(t) = 1 - \prod_{i=1}^n [1 - P_i(t)]$$

Так как персональные компьютеры и линии связи соединены последовательно, то мы воспользуемся формулой для последовательного соединения для каждого ПК и соответствующей ему линии связи. Затем, согласно формуле параллельного соединения рассчитаем вероятность безотказной работы для всех ПК с их линиями связи. Так как концентратор и ПК (в одноранговой сети) и концентратор, сервер с его линией связи и ПК (для сетей с выделенным сервером) соединены последовательно, то опять воспользуемся формулой последовательного соединения для получения окончательного результата. Таким образом, формулы будут иметь вид:

1) для одноранговой сети

$$P_{сети} = P_{коммутатор} \left[1 - \prod_{i=1}^n (1 - P_{ПК} \cdot P_{л.связи}) \right],$$

где n – число компьютеров;

2) для сети на основе сервера

$$P_{сети} = P_{коммутатор} \cdot P_{л.связи} \cdot P_{сервера} \left[1 - \prod_{i=1}^n (1 - P_{ПК} \cdot P_{линии_связи}) \right].$$

В случае, если вероятности безотказной работы всех ПК равны и вероятности безотказной работы всех линий связи так же равны, формулы вероятностей безотказной работы будут иметь следующий вид:

1) для одноранговой сети

$$P_{сети} = P_{коммутатор} \left[1 - (1 - P_{ПК} \cdot P_{л.связи})^n \right],$$

где n – число компьютеров;

2) для сети на основе сервера:

$$P_{сети} = P_{коммутатор} \cdot P_{л.связи} \cdot P_{сервера} \left[- \left(- P_{ПК} \cdot P_{л.связи} \right)^n \right]$$

Например, проведем расчет одноранговой сети топологии «звезда», состоящей из активного концентратора и 5 ПК. Вероятность безотказной работы всех ПК равна 0.9, линий связи 0.92, а концентратора – 0.98. Формула будет следующей

$$P_{сети} = 0,98 \left[- \left(- 0,9 \cdot 0,92 \right)^5 \right] = 0,98.$$

7.2 Расчет показателей надежности вычислительной сети

7.2.3 Задание 1. Дана одноранговая сеть топологии «звезда» с активным концентратором (концентраторами) (100 Мбит/с). Составить структурную схему для расчета вероятности безотказной работы системы. Рассчитать показатели надежности (вероятность безотказной работы) системы.

7.2.4 Варианты заданий приведены в таблице 7.2

Таблица 7.2 – Варианты заданий для одноранговой сети

№ варианта	Количество компьютеров	Количество концентраторов
1	14	1
2	15	2
3	8	2
4	9	1
5	10	1
6	11	2
7	12	1
8	13	2
9	11	1
10	12	2
11	13	1
12	14	2
13	15	1
14	10	2
15	9	2

7.2.5 Задание 2. Дана сеть топологии «звезда» на основе сервера с активным концентратором (концентраторами) (100 Мбит/с) согласно варианту. Составить структурную схему для расчета вероятности безотказной работы системы. Рассчитать показатели надежности (вероятность безотказной работы) системы.

7.2.6 Варианты заданий приведены в таблице 7.3

Таблица 7.3 – Варианты заданий для сети на основе сервера

№ варианта	Количество компьютеров	Количество концентраторов	Количество серверов
1	14	1	2
2	15	2	1
3	8	2	1
4	9	1	2
5	10	1	2
6	11	2	1
7	12	1	2
8	13	2	1
9	11	1	2
10	12	2	1
11	13	1	2
12	14	2	1
13	15	1	2
14	10	2	1
15	9	2	1

На рисунках 7.1 и 7.2 изображены в общем виде структурные схемы сетей двух типов: одноранговой сети и сети на основе выделенного сервера.

8 Лабораторная работа №7. Определение качества программных средств информационных систем

Цель работы: составить тесты для проверки качества предоставленных Вам программ: «Программа_1.exe» и «Программа_2.exe».

8.1 Способы определения и повышения качества программных средств

Для обеспечения надежности функционирования программного комплекса ИС выполняется [10,11]:

1) тщательное тестирование программ, то есть многократное выполнение программы с целью обнаружения в ней ошибок (обязательное условие эффективного тестирования - по крайней мере один раз выполнить все разветвления программы в каждом из возможных направлений);

2) применение стандартных протоколов, лицензионных программных продуктов, библиотек процедур, интерфейсов;

3) использование структурных методов (иерархическое построение программ, разбиение программ на сравнительно независимые модули и т. д.);

4) изоляция параллельно работающих процессов, в результате чего ошибки в работе одной программы не влияют на работу операционной системы и других программ.

В зависимости от доступа разработчика тестов к исходному коду тестируемой программы различают «тестирование (по стратегии) белого ящика» и «тестирование (по стратегии) чёрного ящика».

При тестировании белого ящика, разработчик теста имеет доступ к исходному коду программ и может писать код, который связан с библиотеками тестируемого программного обеспечения. Это типично, когда тестируются только отдельные части системы, то есть для так называемого компонентного тестирования, при котором можно констатировать, что компоненты конструкции работоспособны и устойчивы, до определённой степени.

При тестировании чёрного ящика тестировщик имеет доступ к программе только через те же интерфейсы, что и заказчик или пользователь, либо через внешние интерфейсы, позволяющие другому компьютеру либо другому процессу подключиться к системе для тестирования. Как правило, тестирование чёрного ящика ведётся с использованием спецификаций или иных документов, описывающих требования к системе. Обычно в данном виде тестирования критерий покрытия складывается из покрытия структуры входных данных, покрытия требований и покрытия модели (в тестировании на основе моделей).

В лабораторной работе предлагается решить задачу по функциональному тестированию, связанную с определением вида треугольника, методом «чёрного ящика». Нужно протестировать предложенные программы, которые на вход принимают 3 целых числа, интерпретируемые как длины сторон треугольника, а на выходе выводят на экран результат: является ли треугольник с такими сторонами равнобедренным, равносторонним или разносторонним .

Предложите конкретные значения тестовых данных, которые Вы будете использовать для тестирования этих программ.

Например, тест, направленный на выявления дефектов, связанных с неправильным извлечением исходных данных во внутренние переменные или последующим использованием этих переменных:

- 7 7 10 - равнобедренный треугольник;
- 7 10 7 - равнобедренный треугольник;
- 10 7 7 - равнобедренный треугольник.

8.2 Задание к лабораторной работе № 7

1. Запустить программу и выполнить на ней составленные Вами тесты.
2. Снять скриншоты, подтверждающие Ваши действия.
3. Проанализировать реакцию программы на Ваши тесты.
4. Сделать выводы.
5. Оформить отчет, предоставив скриншоты и выводы.

9 Литература, рекомендуемая для изучения

1 Мартишин, С. А. Основы теории надежности информационных систем: учебное пособие / С. А. Мартишин, В. Л. Симонов, М. В. Храпченко. – М.: ИД ФОРУМ : НИЦ ИНФРА-М, 2013. – 256 с. – Режим доступа :

<http://znanium.com/bookread2.php?book=419574>

2 Исаев, Г. Н. Управление качеством информационных систем / Г. Н. Исаев. – М. : НИЦ ИНФРА-М, 2015. – 200 с. – Режим доступа :

<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=521644>

3 Нечаев, Д. Ю. Надежность информационных систем : учебное пособие / Д. Ю. Нечаев, Ю. В. Чекмарев. – Издатель : ДМК Пресс, 2012. – Режим доступа :

http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view&book_id=232063.

4 Половко, А. М. Основы теории надежности : учеб. пособие / А. М. Половко, С. В. Гуров. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб. : БВХ-Петербург, 2008. – 704 с. – Библиогр. : с. 689-698. – Предм. указ.: с. 699-702. – ISBN 978-5-94157-541

5 Половко, А. М. Основы теории надежности. Практикум : учеб. пособие для вузов / А. М. Половко, С. В. Гуров. – СПб. : БВХ-Петербург, 2006. – 560 с. : ил. – Библиогр. : с. 559. – ISBN 5-94157-542-4.

6 Герасимов, Б. Н. Управление качеством : учебное пособие / Б. Н. Герасимов, Ю. В. Чуриков. – М. : Вузовский учебник, ИНФРА-М, 2015. - 304 с. – Режим доступа : <http://znanium.com/bookread2.php?book=503665>

7 Герасимов, Б. Н. Управление качеством. Практикум : учебное пособие / Б.Н. Герасимов, Ю. В. Чуриков. - М. : Вузовский учебник: НИЦ Инфра-М, 2012. – 208 с.: 60x90 1/16. (переплет) ISBN 978-5-9558-0228-2, 500 экз. – Режим доступа : <http://znanium.com/bookread2.php?book=363520>

8 Диагностика и надежность автоматизированных систем [Текст] : учеб. для вузов / Б. М. Бржозовский [и др.]. – 3-е изд., перераб. и доп. – Старый Оскол : ТНТ, 2010. – 380 с. : ил. – Библиогр.: с. 369-375. – ISBN 978-5-94178-171-3.

9 Березкин, Е. Ф. Надежность и техническая диагностика систем : учебное пособие. / Е. Ф. Березкин. – Издатель : МИФИ, 2012. – Режим доступа : http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view&book_id=231590.

10 Перемитина, Т. О. Управление качеством программных систем : учебное пособие. / Т. О. Перемитина. – Издатель : Эль Контент, 2011. – Режим доступа : http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view&book_id=208689.

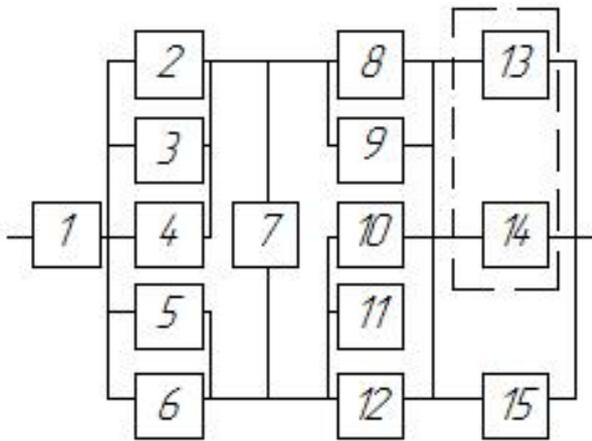
11 Котляров, В. Основы тестирования программного обеспечения [Электронный ресурс] / В. Котляров. – М. : Интуит.ру, 2005. – Режим доступа: <http://www.intuit.ru/studies/courses/48/48/info> (Интернет-университет информационных технологий)

Приложение А

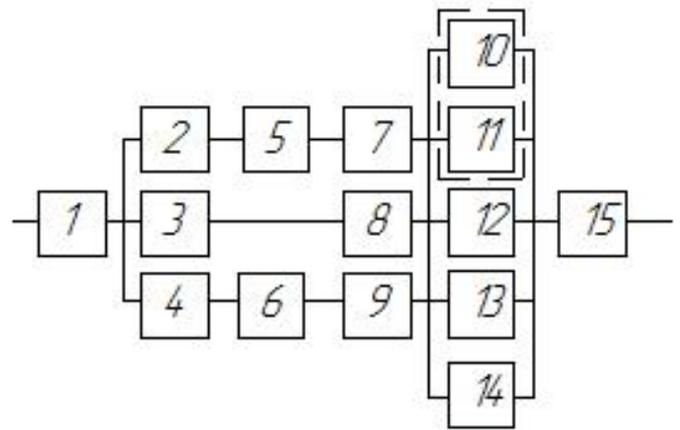
(обязательное)

Варианты структурных схем надежности

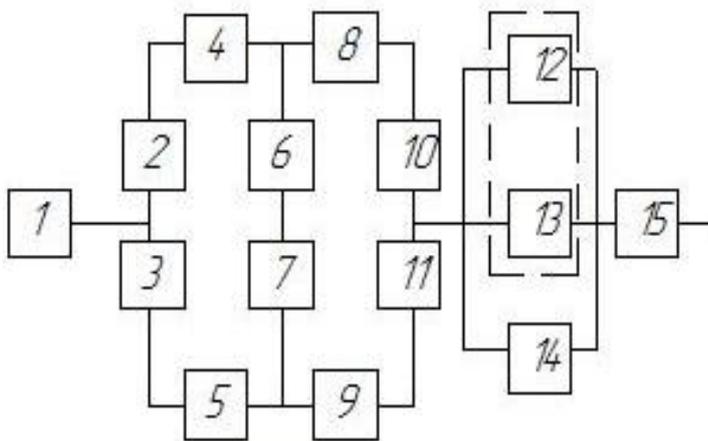
На схемах, элементы m , обведенные пунктиром, являются функционально необходимыми в n параллельных ветвях.



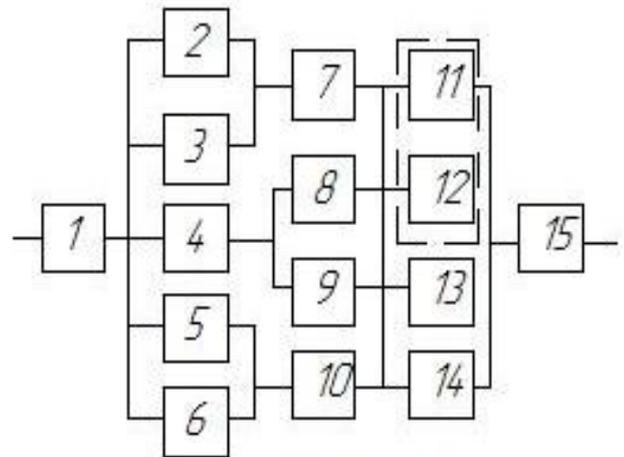
Вариант 1



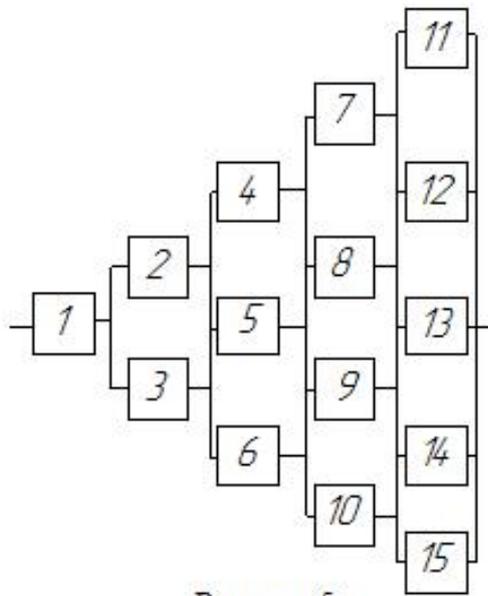
Вариант 2



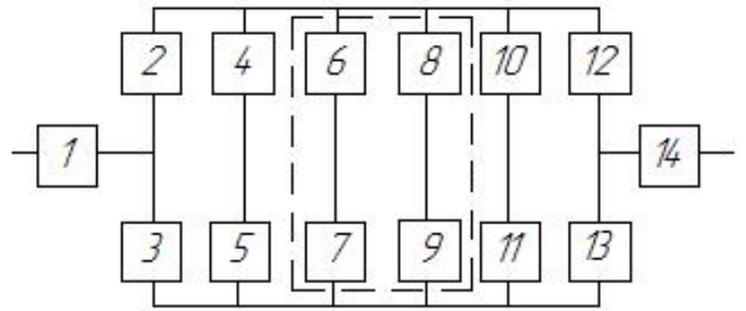
Вариант 3



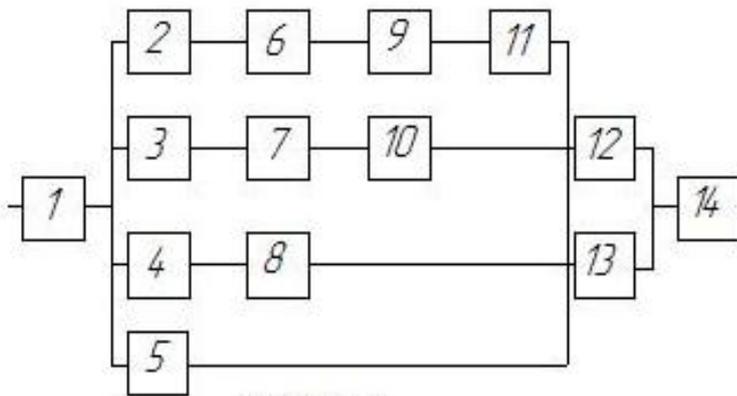
Вариант 4



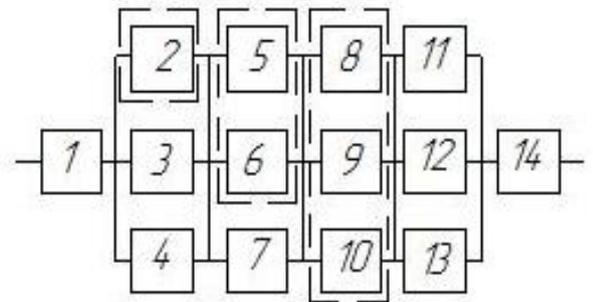
Вариант 5



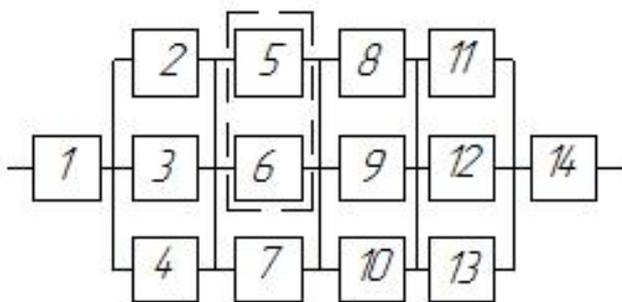
Вариант 6



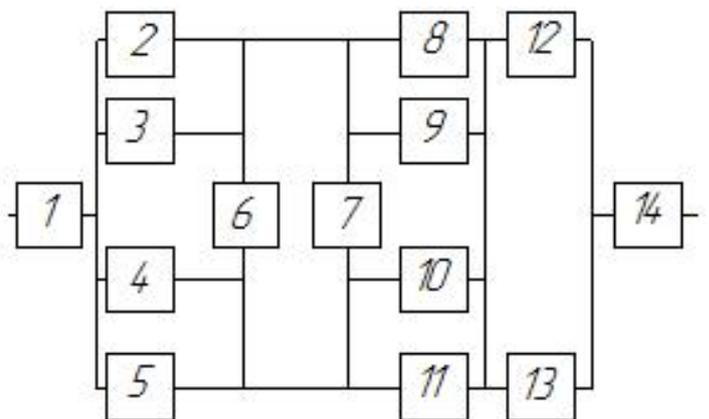
Вариант 7



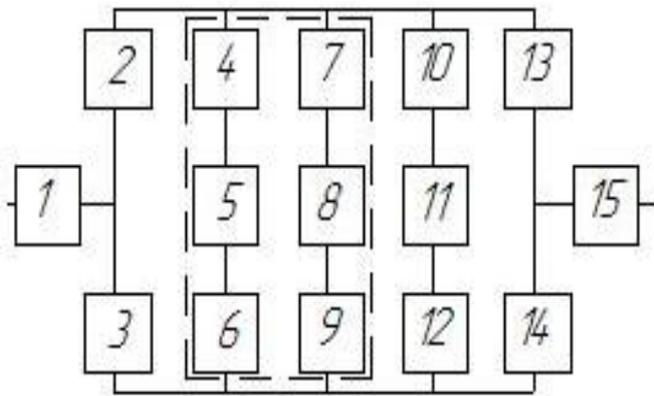
Вариант 8



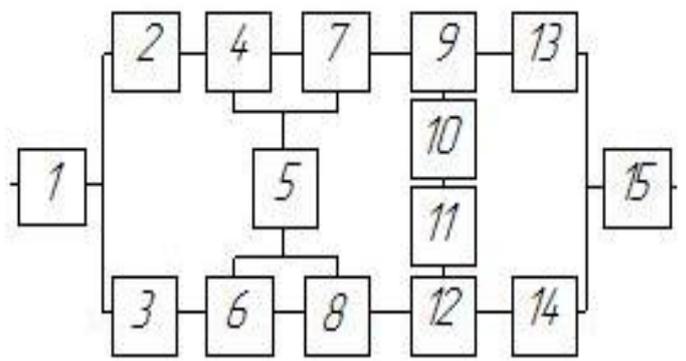
Вариант 9



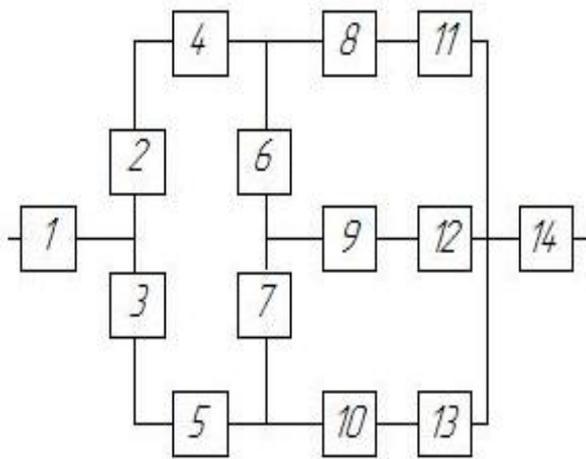
Вариант 10



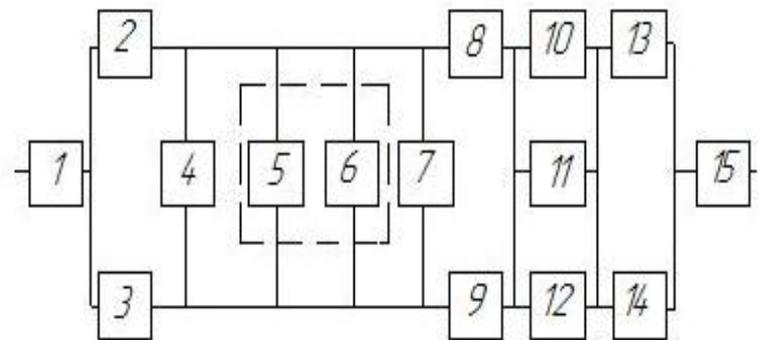
Вариант 11



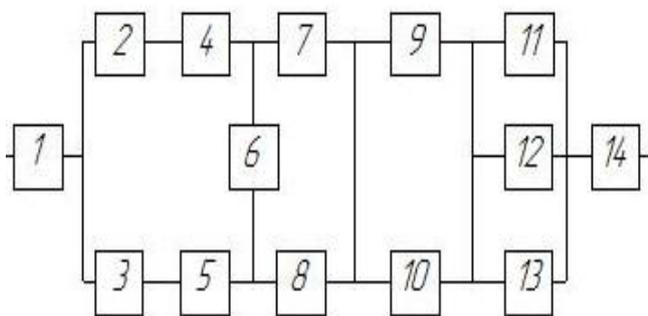
Вариант 12



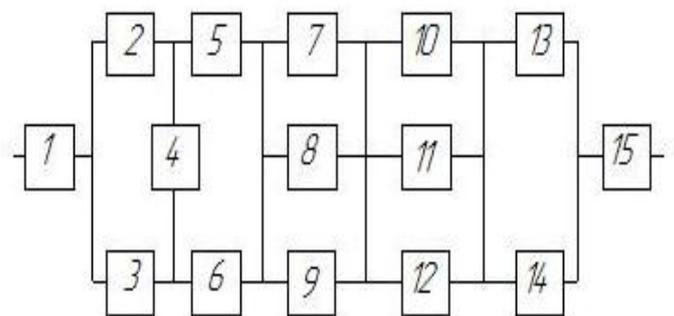
Вариант 13



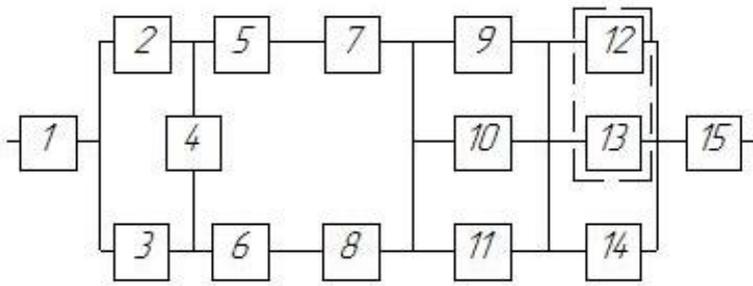
Вариант 14



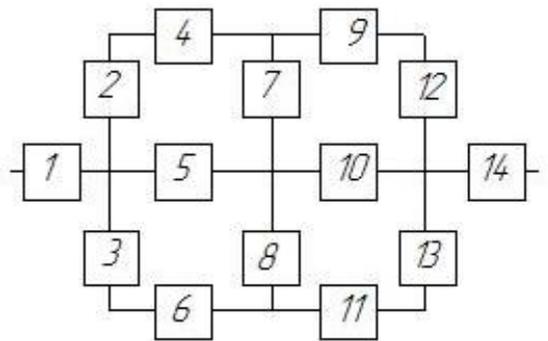
Вариант 15



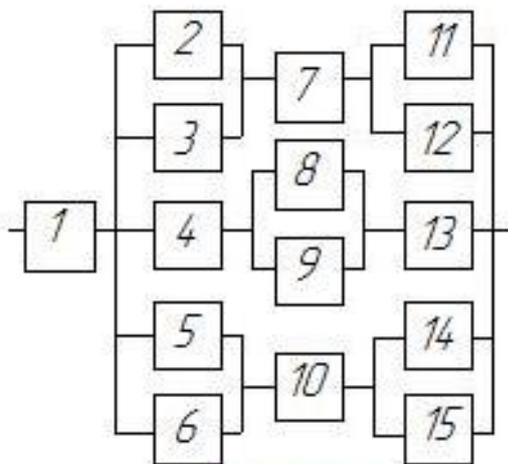
Вариант 16



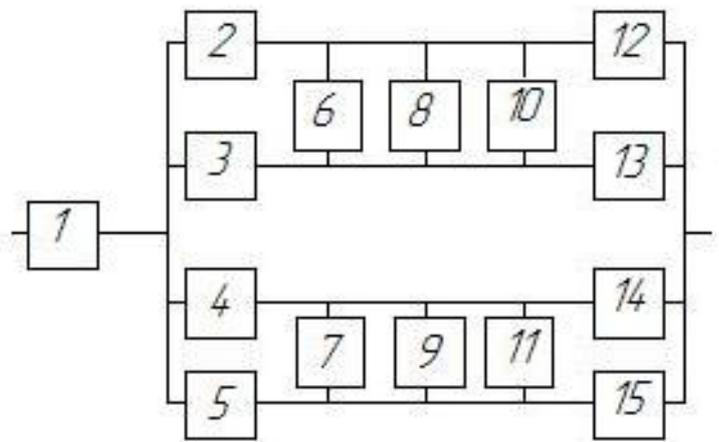
Вариант 17



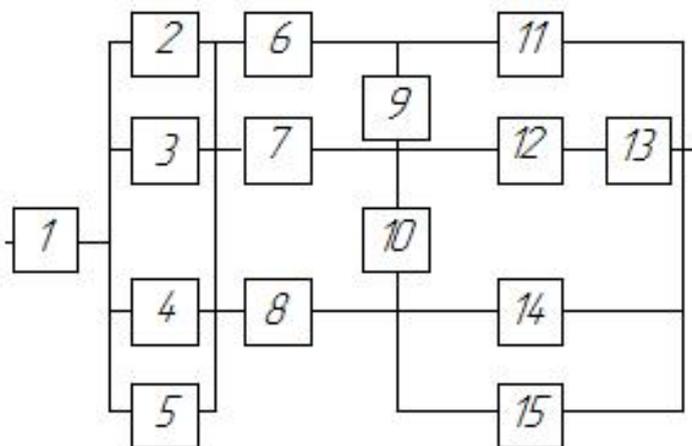
Вариант 18



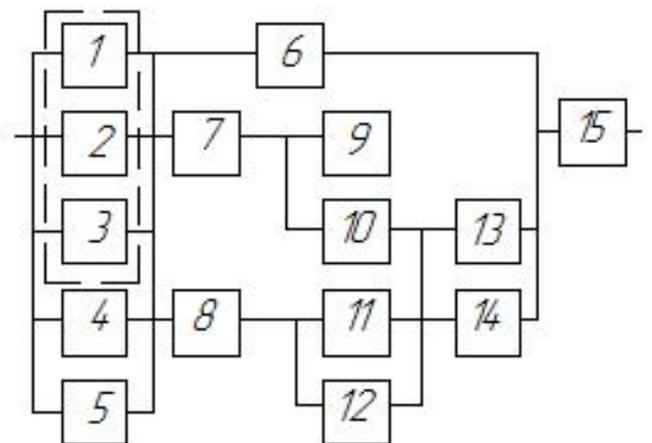
Вариант 19



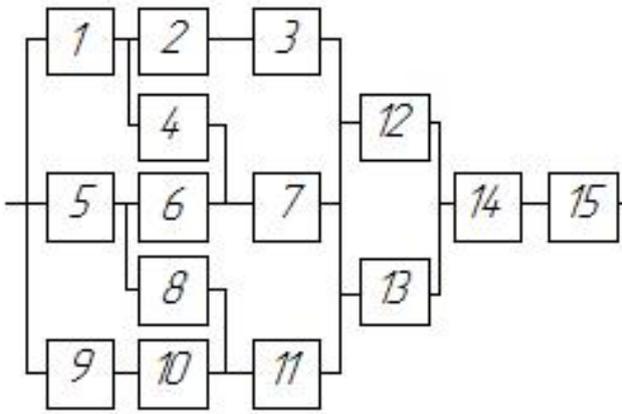
Вариант 20



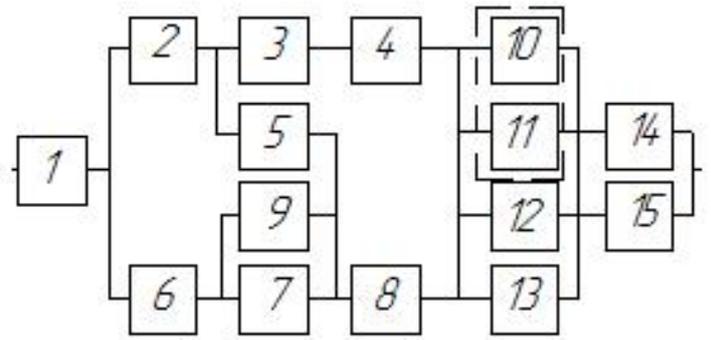
Вариант 21



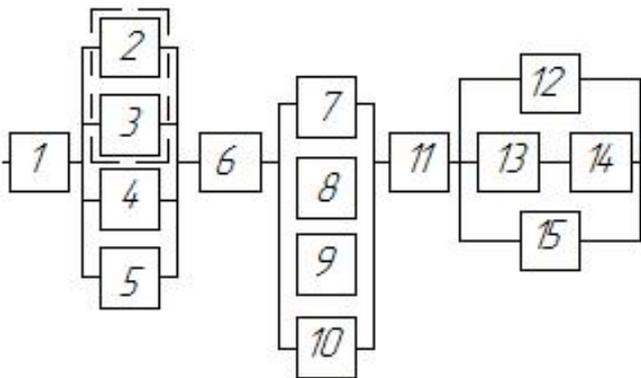
Вариант 22



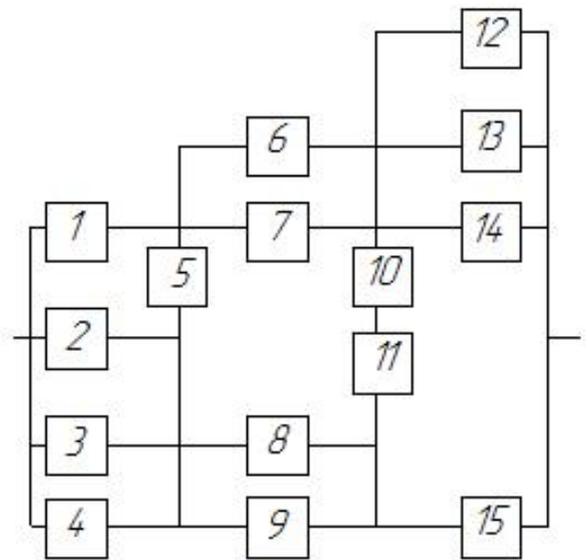
Вариант 23



Вариант 24



Вариант 25



Вариант 26

Приложение В

(обязательное)

Численные значения параметров структурных схем надежности

Таблица В.1 – Численные значения параметров к заданию

№	γ,	Интенсивности отказов элементов, λ_i , $\times 10^{-6}$ 1/ч														
		вар.	%	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	90	0.1	1.0				0.5	1.0				0.1				
2	95	0.2	0.5						1.0						0.1	
3	80	0.1	1.0			2.0		1.0				5.0			0.2	
4	70	0.05	1.0				0.5				0.2			0.02		
5	50	0.01	0.05	0.1			0.5				1.0					
6	75	0.01	0.05	1.0						0.05		0.1	-			
7	65	0.05	0.5		0.05			0.005		0.1	0.2	0.1	-			
8	85	0.1	0.5	0.2			0.01			0.5		0.1	-			
9	60	0.03	0.5	0.2			1.0			0.03		0.1	-			
10	50	0.1	0.5		1.0		0.5				1.0	0.1	-			
11	75	0.05	0.2	0.5						0.2		0.1				
12	65	0.02	0.1	1.0				2.0				0.1	0.05			
13	70	0.01	0.2		0.1		1.0			0.5		0.1	-			
14	50	0.01	0.1	10.0				0.2		10.0		0.5	-			
15	85	0.01	1.0	5.0				0.2		5.0		0.1	-			
16	80	0.1	1.0	2.0	1.0	5.0			3.0		1.0	0.05				
17	95	0.1	5.0	1.0	5.0	10.0	5.0			1.0		0.2				
18	60	0.01	1.0											0.1	-	
19	75	0.1	5.0	0.5	5.0	1.0	3.0		1.0	5.0	0.5	5.0				
20	90	0.1	10.0				20.0				10.0					
21	90	0.1	1.0				0.5			2.0	0.5	0.2	1.0			
22	80	1.0				0.2	0.5	1.0	0.5	1.0	1.0	0.1				
23	70	0.5	0.2	1.0	0.5	1.0	0.5	1.0	0.2		0.5	1.0	0.2			
24	60	1.0	2.0		4.0	2.0			4.0	5.0			1.0			
25	50	0.5	10.0				0.5	5.0			0.8	5.0	1.0	5.0		
26	60	1.0		2.0	3.0	5.0				2.0		5.0		1.0		