Филиал ФГБОУ ВПО «УГАТУ» в г. Кумертау

#### Кафедра «Промышленная автоматика»

##### МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

дисциплины

**«Диагностика и надежность автоматизированных систем»**

по направлению подготовки дипломированного специалиста

220700 - «Автоматизация технологических процессов и производств»

для выполнения **расчетно-графической работы**

«Структурная надёжность»

Разработал: ст. преподаватель

Е. А. Закурдаева

Кумертау - 2014

**Порядок оформления отчета**

Вариант задания соответствует порядковому номеру студента в групповом журнале. Расчетно-графическая работа содержит четыре задания (три задачи и один теоретический вопрос).

Отчет должен содержать:

Титульный лист.

Содержание.

Задача 1.

Задача 2.

Задача 3.

Название теоретического задания.

Литература.

Пояснительная записка по расчетно-графической работе подписывается студентом (фамилия, подпись, дата) в основной надписи по форме 2 (рамка 40) на 2 станице отчета, вкладывается в файл, подшивается в скоросшиватель и сдается методисту кафедры «ПА» не позднее установленного срока.

Текстовая и графическая часть должны быть выполнены в соответствии со «Стандартом предприятия» УГАТУ от 2008г.

Текст выполняется на листах формата А4 (210\*297 мм) по ГОСТ 2.301.

На компьютере текст должен быть оформлен в текстовом редакторе Word for Windows версии не ниже 6.0.

Тип шрифта: Times New Roman. Шрифт основного текста: обычный, размер 14 пт. Шрифт заголовков разделов: жирный, размер 14 пт, выравнивание с красной строки. Шрифт заголовков подразделов: жирный, размер 14 пт, выравнивание с красной строки. Шрифт заголовков пунктов: полужирный, размер 14 пт. После номера и названия заголовка точка не ставится.

Межсимвольный интервал - обычный. Межстрочный интервал – одинарный.

Формулы выполняются в редакторе формул Equation Editor и вставляются в текст как объект.

Размеры шрифта для формул:

* обычный – 14 пт;
* крупный индекс – 10 пт;
* мелкий индекс – 8 пт;
* крупный символ – 20 пт;
* мелкий символ – 14 пт.

Расстояние от верхней или нижней строки текста пояснительной записки до верхней или нижней рамки листа должно быть не менее 10 мм. Расстояние от рамки листа до границ текста в начале и в конце строк должно быть не менее 3…5 мм. Абзацы начинают отступом, равным 12,5 мм над основным текстом.

Основной текст пояснительной записки оформляют выравниванием по ширине.

Опечатки, описки и графические неточности, обнаруженные в процессе выполнения, допускается исправлять подчисткой или закрашиванием белой краской и нанесением в том же месте исправленного текста машинописным способом или черными чернилами, помарки и следы не полностью удаленного прежнего текста не допускаются.

Титульный лист является первой страницей отчета.

Переносы слов в надписях титульного листа не допускаются. На титульном листе указывают название университета, филиала, кафедры, на которой выполняется расчетно-графическая работа (РГР), название расчетно-графической работы и вариант задания (№ по журналу), кто выполнил, кто проверил, внизу– Кумертау – год. Титульный лист выполняется 14 шрифтом.

Вторая страница РГР – содержание, выполняется на листе с основной надписью по форме 2 (рамка 40).

В рамке указывается обозначение конструкторского документа:

Схема обозначения изделий и конструкторских документов представлена на рисунке 1.

ХХХХ.Х Х ХХ ХХ. ХХХ ХХХХ

###### Код организации-разработчика 2202

# Код характера работы:

1 – дипломный проект;

2 – курсовой проект;

3 – курсовая работа;

4 – РГР;

5 – отчет по лабораторной работе;

6 – учебно-исследовательская работа;

0 – прочие документы.

Код учебной дисциплины (Ф - федеральная)

2 последние цифры зачетной книжки

## Вариант исходных данных (00)

Порядковый регистрационный номер (000)

Дополнительное обозначение (ПЗ – пояснительная записка)

Третья страница и последующие страницы, выполняется на листе с основной надписью по форме 2а (15 мм).

Последняя страница – список используемой литературы – не менее 7 источников.

**Структурное резервирование**

Надёжность системы по рис. 1 составляет

*Р = р1р2…рn* = = *рin* , (1)

где *n* – число последовательно соединённых элементов.

Система, изображенная на рисунке 2 – это параллельное соединение двух подсистем, каждая из которых состоит из двух последовательно соединённых элементов. Надёжность каждой подсистемы определяется по формуле (1), вероятность отказа 1 – *Р,* тогда получают:

. (2)

где *m* – число параллельно соединённых подсистем.

ВБР системы по рисунку 3 находят как надёжность двух последовательно соединённых подсистем. Надёжность каждой подсистемы из двух параллельно соединённых элементов равна 1 – *qn*, составит:

 (3)



Рисунок 1 – Последовательное соединение элементов



Рисунок 2 – Система с общим резервирование



Рисунок 3 – Система с раздельным резервированием

**Задача 1.**

Система состоит из двух последовательно соединённых элементов (рис. 1), интенсивности отказа которых равны λ1 = λ2, время работы системы *t* (см. табл. 1).

Сравнить надёжность такой системы с надёжностью резервированных систем:

- при общем резервировании (рис. 2);

- раздельном (поэлементном) резервировании (рисунок 3).

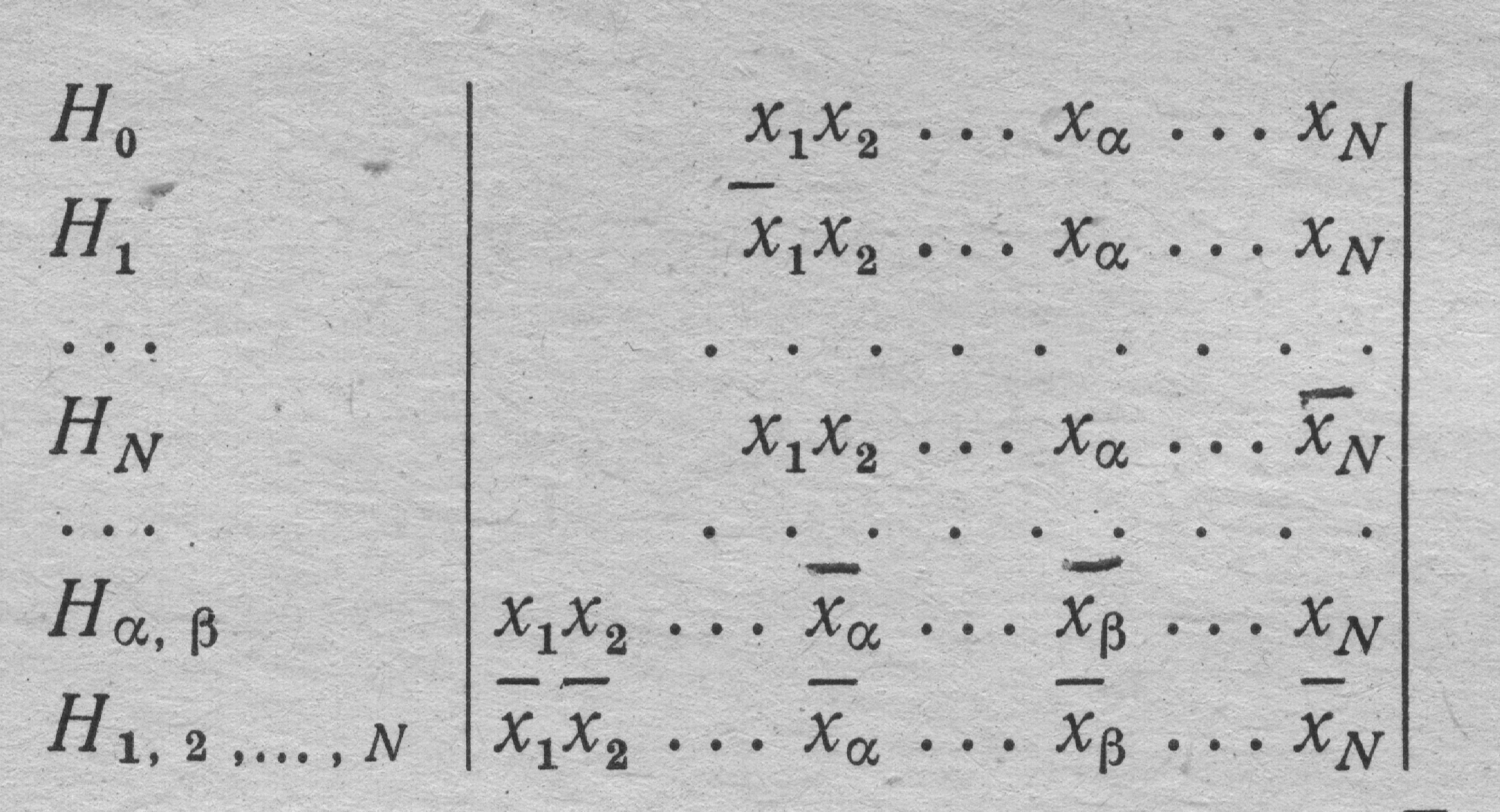
Таблица 1 – Исходные данные к задаче 1

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№**  **варианта** | **λ\*10-5**  **(1/ч)** | ***t* (ч)** | **№**  **варианта** | **λ\*10-5 (1/ч)** | ***t* (ч)** |
| **1** | 0,15 | 4000 | **31** | 0,11 | 3100 |
| **2** | 0,40 | 5500 | **32** | 0,12 | 3200 |
| **3** | 0,07 | 4100 | **33** | 0,13 | 3300 |
| **4** | 0,18 | 4200 | **34** | 0,14 | 3400 |
| **5** | 0,32 | 4300 | **35** | 0,15 | 3500 |
| **6** | 0,33 | 5000 | **36** | 0,16 | 3600 |
| **7** | 0,14 | 4800 | **37** | 0,17 | 3700 |
| **8** | 0,35 | 4600 | **38** | 0,18 | 3800 |
| **9** | 0,26 | 4400 | **39** | 0,19 | 3900 |
| **10** | 0,37 | 4500 | **40** | 0,20 | 4000 |
| **11** | 0,14 | 3000 | **41** | 0,21 | 4100 |
| **12** | 0,35 | 3500 | **42** | 0,22 | 4200 |
| **13** | 0,06 | 4000 | **43** | 0,23 | 4300 |
| **14** | 0,22 | 5500 | **44** | 0,24 | 4400 |
| **15** | 0,14 | 6000 | **45** | 0,25 | 4500 |
| **16** | 0,29 | 5000 | **46** | 0,26 | 4600 |
| **17** | 0,10 | 4800 | **47** | 0,27 | 4700 |
| **18** | 0,11 | 4600 | **48** | 0,28 | 4800 |
| **19** | 0,32 | 4400 | **49** | 0,29 | 4900 |
| **20** | 0,03 | 4500 | **50** | 0,30 | 5000 |
| **21** | 0,14 | 3000 | **51** | 0,31 | 5100 |
| **22** | 0,35 | 3500 | **52** | 0,32 | 5200 |
| **23** | 0,06 | 4000 | **53** | 0,33 | 5300 |
| **24** | 0,22 | 5500 | **54** | 0,34 | 5400 |
| **25** | 0,24 | 6000 | **55** | 0,35 | 5500 |
| **26** | 0,15 | 6500 | **56** | 0,36 | 5600 |
| **27** | 0,20 | 6600 | **57** | 0,37 | 5700 |
| **28** | 0,07 | 4500 | **58** | 0,38 | 5800 |
| **29** | 0,18 | 3000 | **59** | 0,39 | 5900 |
| **30** | 0,32 | 3500 | **60** | 0,40 | 6000 |

**Матричный метод расчета надежности**

Сущность метода состоит в том, что для определения вероятности безотказной работы ЭВМ от внезапных отказов с учетом последствия отказов составляется матрица всевозможных несовместимых событий *х1, х2, …, хN*, вычисляются вероятности всех этих событий, затем суммируются вероятности благоприятных гипотез, при которых система находится в работоспособном состоянии.

В общем случае матрица несовместимых событий для аппаратуры, состоящей из *N* элементов, за период *t* имеет следующий вид:



В этой матрице *хi*- состояние *i* – го элемента; ‾*хi*  означает, что *i* – тый элемент отказал; *Н0* – гипотеза, заключающаяся в том, что ни один из элементов не отказал; *Нi* - гипотеза, заключающаяся в том, что *i* –тый элемент отказал; *Нαβ* - гипотеза отказа двух элементов *α* и *β*, причем вначале отказывает элемент *α*, а потом *β*.

Так как матрица образует полную группу несовместимых событий, то их можно принять за соответствующий гипотезы. Среди гипотез матрицы есть благоприятные с точки зрения работоспособности системы и неблагоприятные. Сумма вероятностей всех гипотез равна единице.

Сумма вероятностей благоприятных гипотез определяет надежность системы, т. е. вероятность безотказной работы за некоторое заданное время

 (1)

где *m* – число благоприятных гипотез.

Наиболее трудоемкой частью расчета является определение вероятностей гипотез (состояний), особенно для сложных устройств.

Вероятность отсутствия отказов элементов определяется произведением вероятностей безотказной работы всех элементов:



Вероятности остальных гипотез имеют более сложные выражения и определяются через условные вероятности частных событий. Приведем без вывода формулу для расчета вероятности отказа элемента ‾*хα:*



где *ν* ≠ *α*, *λνα* - изменение интенсивности отказов ν - го отказа вследствие отказа *α* -

го элемента.

Таким образом, для выполнения расчета надежности с помощью данного метода необходимо знать интенсивности отказов элементов *λ* при нормальных режимах работы устройства и их изменения, вызванные сменой режимов за счет отказов различных элементов.

Матричный метод расчета надежности не накладывает никаких ограничений на структуру и способы соединения. В этом его достоинство.

Задача 2

Система состоит из двух параллельно включенных элементов, имеющих интенсивность отказов *λ*1 и *λ*2, время работы системы *t* (ч) (см. таблицу 2).

При отказе одного из элементов система еще продолжает функционировать, но коэффициент электрической нагрузки второго увеличивается, вследствие чего интенсивность отказов возрастает до величины *λ*1(2) = *λ*2(1) = 2\*10-4 (1/ч).

Оценить надёжность системы при двух видах расчета:

- с учетом последствий отказа (матричный метод);

- без учёта последствий отказа.

Сравнив результаты, определить и аргументировать выбор верного значения.

*Расчётные формулы*:

Из общего числа состояний системы выбираем следующие три благоприятные гипотезы:

1. оба элемента исправны (*Н*0),
2. отказал первый элемент (*Н*1),
3. отказал второй элемент (*Н*2).

Остальные состояния, когда отказали оба элемента в различной временной последовательности, соответствует неблагоприятным гипотезам (отказ системы).

Вероятность первого состояния:

.

Вероятность второго состояния



Вероятность третьего состояния



Вероятность безотказной работы системы



Если рассчитать надежность системы без учета последствий отказа (по формуле для резервного соединения), то вероятность безотказной работы .

Таблица 2 – Исходные данные к задаче 2

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№**  **варианта** | ***λ*1\*10-5 (1/ч)** | ***λ*2\*10-5 (1/ч)** | ***t* (ч)** | **№ варианта** | ***λ*1\*10-5 (1/ч)** | ***λ*2\*10-5 (1/ч)** | ***t* (ч)** |
| **1** | 0,15 | 0,15 | 40 000 | **31** | 0,11 | 0,20 | 31000 |
| **2** | 0,20 | 0,40 | 55 000 | **32** | 0,12 | 0,21 | 32000 |
| **3** | 0,07 | 0,07 | 41 000 | **33** | 0,13 | 0,22 | 33000 |
| **4** | 0,18 | 0,18 | 42 000 | **34** | 0,14 | 0,23 | 34000 |
| **5** | 0,32 | 0,32 | 43 000 | **35** | 0,15 | 0,24 | 35000 |
| **6** | 0,14 | 0,33 | 50 000 | **36** | 0,16 | 0,25 | 36000 |
| **7** | 0,35 | 0,14 | 48 000 | **37** | 0,17 | 0,26 | 37000 |
| **8** | 0,06 | 0,35 | 46 000 | **38** | 0,18 | 0,27 | 38000 |
| **9** | 0,22 | 0,26 | 44 000 | **39** | 0,19 | 0,28 | 39000 |
| **10** | 0,14 | 0,37 | 45 000 | **40** | 0,20 | 0,29 | 40000 |
| **11** | 0,15 | 0,14 | 30 000 | **41** | 0,21 | 0,30 | 41000 |
| **12** | 0,20 | 0,35 | 35 000 | **42** | 0,22 | 0,31 | 42000 |
| **13** | 0,07 | 0,06 | 40 000 | **43** | 0,23 | 0,32 | 43000 |
| **14** | 0,18 | 0,22 | 55 000 | **44** | 0,24 | 0,33 | 44000 |
| **15** | 0,32 | 0,14 | 60 000 | **45** | 0,25 | 0,34 | 45000 |
| **16** | 0,33 | 0,29 | 50 000 | **46** | 0,26 | 0,35 | 46000 |
| **17** | 0,34 | 0,10 | 48 000 | **47** | 0,27 | 0,36 | 47000 |
| **18** | 0,35 | 0,11 | 46 000 | **48** | 0,28 | 0,37 | 48000 |
| **19** | 0,26 | 0,32 | 44 000 | **49** | 0,29 | 0,38 | 49000 |
| **20** | 0,27 | 0,03 | 45 000 | **50** | 0,30 | 0,39 | 50000 |
| **21** | 0,15 | 0,14 | 30 000 | **51** | 0,31 | 0,40 | 51000 |
| **22** | 0,20 | 0,35 | 35 000 | **52** | 0,32 | 0,11 | 52000 |
| **23** | 0,07 | 0,06 | 40 000 | **53** | 0,33 | 0,12 | 53000 |
| **24** | 0,18 | 0,22 | 55 000 | **54** | 0,34 | 0,13 | 54000 |
| **25** | 0,32 | 0,24 | 60 000 | **55** | 0,35 | 0,14 | 55000 |
| **26** | 0,33 | 0,15 | 65 000 | **56** | 0,36 | 0,15 | 56000 |
| **27** | 0,34 | 0,20 | 66 000 | **57** | 0,37 | 0,16 | 57000 |
| **28** | 0,35 | 0,07 | 45 000 | **58** | 0,38 | 0,17 | 58000 |
| **29** | 0,26 | 0,18 | 30 000 | **59** | 0,39 | 0,18 | 59000 |
| **30** | 0,27 | 0,32 | 35 000 | **60** | 0,40 | 0,19 | 60000 |

**Оптимальное резервирование**

Практическая реализация резервирования всегда сталкивается с проблемой ограничений, накладываемых на общий вес, стоимость, габариты, потребляемую мощность резервируемой системы. В связи с этим возникает вопрос об оптимальном резервировании, т. е. об обеспечении максимума выбранного критерия надежности при заданных ограничениях на характеристики системы.

Проблема оптимального резервирования включает в себя задачу наилучшего разбиения исходной нерезервированной системы на участки, подлежащие резервированию и задачу определения оптимальных значений кратностей резервирования этих участков.

Решение этой задачи осуществляется следующим образом:

а) по формуле *aj = Gj /* ln*(*1*/qj)* для каждого блока вычисляют коэффициенты;

б) находят *у0* – корень уравнения 

Это трудоемкая задача. Поэтому можно использовать следующий прием:

 где .

Данное приближение можно уточнить, используя, например, метод Ньютона:



Среднее арифметическое значений *у0*(1) и *у0*(2)  дает корень *у0*(3) .

в) определяют  которые могут иметь любые значения. Но представляют интерес лишь те *sj*\*, которые дают максимум функции *Рр(s)* и удовлетворяют условию ;

г) среди целых чисел, отличающихся от *sj0* не более чем на единицу, находят такие *sj*\*, которые по сравнению с другими возможными системами целых чисел отвечали бы следующим условиям:





Если несколько наборов {*sj*\*} обеспечивают одинаковый минимум , то необходимо выбрать систему, которая минимизирует сумму



д) определяют вероятность безотказной работы резервированной системы



Для сравнения при дробных *sj*вычислим 

Это получается, если в выражение *Рmax* подставить .

**Задача 3**

Имеется нерезервированная система, состоящая из пяти блоков.

Вероятности отказа блоков будут *q1*; *q2*; *q3*; *q4*; *q5*;

а их веса *G1*, *G2*, *G3*, *G4*, *G5* (кг) (см. таблицу 3).

Требуется резервировать систему так, чтобы допустимый вес ее не превышал *Gдоп.* = 56 кг, а вероятность безотказной работы была бы максимальной.

Таблица 3 – Исходные данные к задаче 3

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ вар.** | ***q1*** | ***q2*** | ***q3*** | ***q4*** | ***q5*** | ***G1*** | ***G2*** | ***G3*** | ***G4*,** | ***G5*** |
| **1** | 0,27 | 0,40 | 0,37 | 0,44 | 0,31 | 1 | 4 | 5 | 2 | 1 |
| **2** | 0,32 | 0,51 | 0,48 | 0,55 | 0,42 | 2 | 1 | 4 | 3 | 2 |
| **3** | 0,45 | 0,22 | 0,59 | 0,26 | 0,53 | 3 | 2 | 5 | 4 | 3 |
| **4** | 0,51 | 0,33 | 0,20 | 0,37 | 0,24 | 4 | 3 | 1 | 5 | 1 |
| **5** | 0,21 | 0,44 | 0,31 | 0,48 | 0,35 | 5 | 2 | 4 | 3 | 2 |
| **6** | 0,32 | 0,55 | 0,42 | 0,59 | 0,46 | 2 | 3 | 4 | 5 | 3 |
| **7** | 0,43 | 0,26 | 0,33 | 0,20 | 0,47 | 3 | 2 | 1 | 5 | 3 |
| **8** | 0,44 | 0,37 | 0,24 | 0,31 | 0,28 | 4 | 3 | 2 | 5 | 4 |
| **9** | 0,25 | 0,48 | 0,35 | 0,42 | 0,39 | 5 | 4 | 3 | 1 | 5 |
| **10** | 0,36 | 0,59 | 0,46 | 0,53 | 0,22 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 |
| **11** | 0,41 | 0,20 | 0,37 | 0,24 | 0,33 | 1 | 2 | 1 | 3 | 4 |
| **12** | 0,38 | 0,31 | 0,28 | 0,41 | 0,44 | 2 | 3 | 2 | 1 | 5 |
| **13** | 0,29 | 0,42 | 0,39 | 0,21 | 0,35 | 3 | 4 | 3 | 2 | 5 |
| **14** | 0,30 | 0,43 | 0,40 | 0,32 | 0,26 | 1 | 5 | 4 | 3 | 1 |
| **15** | 041 | 0,24 | 0,21 | 0,43 | 0,37 | 2 | 3 | 5 | 4 | 2 |
| **16** | 0,27 | 0,31 | 0,38 | 0,44 | 0,48 | 3 | 4 | 2 | 1 | 3 |
| **17** | 0,33 | 0,32 | 0,22 | 0,25 | 0,49 | 5 | 1 | 3 | 2 | 4 |
| **18** | 0,47 | 0,33 | 0,23 | 0,53 | 0,28 | 2 | 1 | 4 | 3 | 5 |
| **19** | 0,29 | 0,34 | 0,24 | 0,14 | 0,31 | 3 | 1 | 5 | 4 | 2 |
| **20** | 0,34 | 0,35 | 0,25 | 0,31 | 0,42 | 3 | 1 | 2 | 5 | 1 |
| **21** | 0,27 | 0,49 | 0,37 | 0,44 | 0,31 | 3 | 2 | 1 | 5 | 4 |
| **22** | 0,32 | 0,53 | 0,48 | 0,35 | 0,42 | 4 | 3 | 2 | 1 | 5 |
| **23** | 0,44 | 0,22 | 0,39 | 0,26 | 0,53 | 3 | 4 | 1 | 2 | 5 |
| **24** | 0,51 | 0,33 | 0,26 | 0,37 | 0,44 | 2 | 5 | 4 | 3 | 1 |
| **25** | 0,29 | 0,44 | 0,31 | 0,47 | 0,35 | 2 | 3 | 5 | 4 | 2 |
| **26** | 0,32 | 0,51 | 0,42 | 0,50 | 0,46 | 3 | 4 | 2 | 1 | 3 |
| **27** | 0,43 | 0,24 | 0,53 | 0,20 | 0,47 | 5 | 1 | 3 | 2 | 4 |
| **28** | 0,54 | 0,37 | 0,24 | 0,32 | 0,28 | 5 | 1 | 4 | 3 | 5 |
| **29** | 0,25 | 0,45 | 0,35 | 0,42 | 0,39 | 4 | 1 | 3 | 4 | 2 |
| **30** | 0,36 | 0,29 | 0,46 | 0,53 | 0,27 | 3 | 1 | 4 | 5 | 1 |
| **31** | 0,25 | 0,35 | 0,30 | 0,40 | 0,20 | 1 | 3 | 5 | 2 | 1 |
| **32** | 0,26 | 0,36 | 0,31 | 0,39 | 0,21 | 2 | 2 | 4 | 3 | 2 |
| **33** | 0,27 | 0,37 | 0,32 | 0,38 | 0,22 | 3 | 3 | 5 | 4 | 3 |
| **34** | 0,28 | 0,38 | 0,33 | 0,37 | 0,23 | 4 | 1 | 1 | 5 | 1 |
| **35** | 0,29 | 0,39 | 0,34 | 0,36 | 0,24 | 5 | 2 | 2 | 3 | 2 |
| **36** | 0,30 | 0,40 | 0,35 | 0,34 | 0,25 | 2 | 3 | 3 | 5 | 3 |
| **37** | 0,31 | 0,41 | 0,36 | 0,33 | 0,26 | 3 | 2 | 1 | 5 | 3 |
| **38** | 0,32 | 0,42 | 0,37 | 0,35 | 0,27 | 4 | 3 | 2 | 5 | 4 |
| **39** | 0,33 | 0,43 | 0,38 | 0,31 | 0,28 | 5 | 4 | 3 | 1 | 5 |
| **40** | 0,34 | 0,44 | 0,39 | 0,30 | 0,29 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 |
| **41** | 0,35 | 0,45 | 0,40 | 0,29 | 0,30 | 1 | 2 | 1 | 3 | 4 |
| **42** | 0,36 | 0,20 | 0,41 | 0,28 | 0,31 | 2 | 3 | 2 | 1 | 5 |
| **43** | 0,37 | 0,21 | 0,42 | 0,27 | 0,32 | 3 | 4 | 3 | 2 | 5 |
| **44** | 0,38 | 0,22 | 0,43 | 0,26 | 0,33 | 1 | 5 | 4 | 3 | 1 |
| **45** | 0,40 | 0,23 | 0,44 | 0,25 | 0,38 | 2 | 1 | 5 | 4 | 2 |
| **46** | 0,41 | 0,24 | 0,45 | 0,24 | 0,38 | 3 | 4 | 2 | 1 | 3 |
| **47** | 0,42 | 0,25 | 0,28 | 0,23 | 0,36 | 5 | 1 | 3 | 2 | 4 |
| **48** | 0,43 | 0,26 | 0,30 | 0,22 | 0,37 | 2 | 1 | 4 | 3 | 5 |
| **49** | 0,44 | 0,27 | 0,30 | 0,20 | 0,38 | 3 | 1 | 5 | 4 | 2 |
| **50** | 0,45 | 0,28 | 0,32 | 0,34 | 0,39 | 3 | 1 | 6 | 5 | 1 |
| **51** | 0,40 | 0,38 | 0,29 | 0,26 | 0,40 | 3 | 2 | 1 | 3 | 4 |
| **52** | 0,32 | 0,55 | 0,42 | 0,59 | 0,46 | 2 | 3 | 2 | 1 | 5 |
| **53** | 0,43 | 0,26 | 0,53 | 0,20 | 0,57 | 3 | 4 | 1 | 2 | 5 |
| **54** | 0,54 | 0,37 | 0,24 | 0,31 | 0,28 | 2 | 5 | 4 | 3 | 1 |
| **55** | 0,25 | 0,48 | 0,35 | 0,42 | 0,39 | 2 | 3 | 5 | 4 | 2 |
| **56** | 0,36 | 0,59 | 0,46 | 0,53 | 0,22 | 3 | 4 | 2 | 1 | 3 |
| **57** | 0,47 | 0,20 | 0,57 | 0,24 | 0,33 | 6 | 1 | 3 | 2 | 4 |
| **58** | 0,58 | 0,31 | 0,28 | 0,51 | 0,44 | 5 | 1 | 4 | 3 | 5 |
| **59** | 0,29 | 0,42 | 0,39 | 0,21 | 0,55 | 6 | 1 | 3 | 4 | 2 |
| **60** | 0,30 | 0,53 | 0,40 | 0,32 | 0,26 | 3 | 1 | 4 | 5 | 1 |

**Задание 4**

При выполнении задания 4 студент должен представить в письменном виде подробный, развернутый ответ на вопрос, согласно своему варианту.

1. Классификация отказов объектов.
2. Характеристика случайных величин, используемых в теории надежности.
3. Дискретные распределения случайных величин в теории надежности.
4. Непрерывные распределения случайных величин в теории надежности.
5. Многомерные распределения в теории надежности.
6. Модели случайных процессов в теории надежности.
7. Марковские процессы в теории надежности.
8. Факторы, влияющие на надежность объектов.
9. Классификация методов резервирования систем.
10. Расчет надежности при общем и раздельном резервировании систем.
11. Логико-вероятностные методы расчета резервированных систем.
12. Расчет надежности резервированных систем с восстановлением.
13. Методы моделирования надежности сложных систем.
14. Принципы оценки и прогнозирования долговечности оборудования сложных систем.
15. Современные подходы к прогнозированию показателей долговечности объектов при ограниченной информации.
16. Принципы и критерии выбора прогнозирующей функции объекта.
17. Математический аппарат индивидуального прогнозирования работоспособности оборудования сложных систем.
18. Определение ошибки прогноза ресурса.
19. Инженерная методика индивидуального прогнозирования ресурса объекта.
20. Назначение и виды испытаний на надежность. Определительные и контрольные испытания на надежность.
21. Многофакторные испытания на надежность.
22. Критерии оптимальности при планировании многофакторных испытаний.
23. Классические методы математической статистики для анализа эксплуатационной информации о надежности объектов.
24. Методы оценки показателей надежности путем обработки усеченных выборок.
25. Методы оценки показателей надежности с учетом априорной информации.
26. Системы сбора информации о надежности объектов эксплуатации.
27. Классификация методов повышения надежности.
28. Резервирование и способы уменьшения интенсивности отказов для повышения надежности системы.
29. Обеспечение рационального состава запасных элементов.
30. Классификация ошибок оперативного персонала.
31. Классификация отказов объектов.
32. Характеристика случайных величин, используемых в теории надежности.
33. Дискретные распределения случайных величин в теории надежности.
34. Непрерывные распределения случайных величин в теории надежности.
35. Многомерные распределения в теории надежности.
36. Модели случайных процессов в теории надежности.
37. Марковские процессы в теории надежности.
38. Факторы, влияющие на надежность объектов.
39. Классификация методов резервирования систем.
40. Расчет надежности при общем и раздельном резервировании систем.
41. Логико-вероятностные методы расчета резервированных систем.
42. Расчет надежности резервированных систем с восстановлением.
43. Методы моделирования надежности сложных систем.
44. Принципы оценки и прогнозирования долговечности оборудования сложных систем.
45. Современные подходы к прогнозированию показателей долговечности объектов при ограниченной информации.
46. Принципы и критерии выбора прогнозирующей функции объекта.
47. Математический аппарат индивидуального прогнозирования работоспособности оборудования сложных систем.
48. Определение ошибки прогноза ресурса.
49. Инженерная методика индивидуального прогнозирования ресурса объекта.
50. Назначение и виды испытаний на надежность. Определительные и контрольные испытания на надежность.
51. Многофакторные испытания на надежность.
52. Критерии оптимальности при планировании многофакторных испытаний.
53. Классические методы математической статистики для анализа эксплуатационной информации о надежности объектов.
54. Методы оценки показателей надежности путем обработки усеченных выборок.
55. Методы оценки показателей надежности с учетом априорной информации.
56. Системы сбора информации о надежности объектов эксплуатации.
57. Классификация методов повышения надежности.
58. Резервирование и способы уменьшения интенсивности отказов для повышения надежности системы.
59. Обеспечение рационального состава запасных элементов.
60. Классификация ошибок оперативного персонала.

**Литература**

1. Схиртладзе А. Г. и др. Надёжность и диагностика технологических систем: учеб. пособ. -М.: Новое знание, 2008.-518 с.: ил.

2. Черкесов Г. Н. Надёжность аппаратно-программных комплексов Учебное пособие. – СПб.: Питер, 2005. – 479 с.: ил.

3. Неразрушающий контроль и диагностика : справочник / В. В. Клюев, Ф. Р. Соснин, А. В. Ковалев [и др.] ; под ред. В. В. Клюева .— 3-е изд., перераб. и доп. — М. : Машиностроение, 2005 .— 656 с. : ил.

4. Атовмян И. О., Вайрадян А. С. и др. «Надежность автоматизированных систем управления»М.: Высш. шк., 1979. – 287 с., ил.

5. Александровская Л. Н., Афанасьев А. П., Лисов А. А*.* « Современные методы обеспечения безотказности сложных технических систем: Учебник» – М.: Логос, 2003. – 208 с.: ил.

6. Дружинин Г. В. «Надежность автоматизированных производственных систем» – 4–е изд., перераб. И доп. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 480 с.: ил.

7. Каган Б. М., Макртумян И. Б.«Основы эксплуатации ЭВМ» – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 432 с.: ил.

8. Мозгалевский А. В., Койда А. Н. Вопросы проектирования систем диагностирования, Ленингр. отд-ние, 1985. – 112 с., ил.

9. Орлов И. А. и др. «Эксплуатация и ремонт ЭВМ, организация работы вычислительного центра» - М.: Энергоатомиздат, 1989. – 400с.: ил.

10. Острейковский В. А. «Теория надежности» М.: Высш. шк., 2003. – 463 с., ил.

11. Сотсков Б. С. «Основы теории и расчета надежности элементов и устройств автоматики и вычислительной техники» М.: Высш. шк., 1970. – 272 с., ил.