

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические указания
по выполнению практических работ
по дисциплине «Тестирование и контроль качества интеллекту-
альных систем»

для студентов направления подготовки
09.03.02 «Информационные системы и технологии»
Профиль «Прикладное программирование в интеллектуальных
информационных системах»

Ставрополь, 2026

Методические указания (7 семестр) составлены в соответствии с программой дисциплины «Тестирование и контроль качества интеллектуальных систем» для студентов **09.03.02** Информационные системы и технологии

Составитель: к.ф-м. н., доцент Винокурский Д.Л.

Содержание

Тема 1 Оценка надежности элементов, работающих до первого отказа	
Практическая работа 1	
Построение используемых при оценке надежности вычислительной системы функций распределения вероятностей случайных величин. Часть 1	4
Тема 1 Оценка надежности элементов, работающих до первого отказа	
Практическая работа 2	
Построение используемых при оценке надежности вычислительной системы функций распределения вероятностей случайных величин. Часть 2	4
Тема 1 Оценка надежности элементов, работающих до первого отказа	
Практическая работа 3 Оценка надежности технических средств вычислительной системы	13
Тема 2 Оценка надежности технических средств вычислительных систем	
Практическая работа 4 Оценка достоверности результатной информации, формируемой в процессе функционирования вычислительной системы. Часть 1	15
Тема 2 Оценка надежности технических средств вычислительных систем	
Практическая работа 5 Оценка достоверности результатной информации, формируемой в процессе функционирования вычислительной системы. Часть 2	17
Тема 2 Оценка надежности технических средств вычислительных систем	
Практическая работа 6 Оценка адаптивной надежности допустимых вариантов организации вычислительной системы	19
Тема 3 Расчет достоверности обрабатываемой информации	
Практическая работа 7 Расчет эффективности многофункциональной вычислительной системы. Часть 1.	24
Тема 3 Расчет достоверности обрабатываемой информации	
Практическая работа 7 Расчет эффективности многофункциональной вычислительной системы. Часть 2.	28
Тема 3 Расчет достоверности обрабатываемой информации	
Практическая работа № 9 Обработка экспериментальной информации об отказах изделий	34
Раздел 2. Надежность сложных систем	
Тема 4 Расчет адаптивной надежности вычислительной системы	
Практическая работа № 10. Определение показателей надежности системы со структурной избыточностью. Часть 1	38
Тема 4 Расчет адаптивной надежности вычислительной системы	
Практическая работа № 11. Определение показателей надежности системы со структурной избыточностью. Часть 2	36
Тема 4 Расчет адаптивной надежности вычислительной системы	
Практическая работа № 12. Расчет коэффициента готовности восстанавливаемых систем	40
Тема 5 Расчет эффективной надежности многофункциональной вычислительной системы	
Практическая работа № 13. Расчет времени безотказной работы нерезервированной системы. Часть 1.	44

Тема 5 Расчет эффективной надежности многофункциональной вычислительной системы	
Практическая работа № 14. Расчет времени безотказной работы нерезервированной системы. Часть 2.	48
Тема 5 Расчет эффективной надежности многофункциональной вычислительной системы	
Практическая работа № 13. Расчет времени безотказной работы резервированной системы.	52
Тема 6 Методы восстановления работы ИС	
Практическая работа № 16. Расчет показателей надежности ИС. Часть 1.	56
Тема 6 Методы восстановления работы ИС	
Практическая работа № 17. Расчет показателей надежности ИС. Часть 2.	58
Тема 6 Методы восстановления работы ИС	
Практическая работа № 18. Расчет показателей надежности АСОУ.	60
Литература	62

ВВЕДЕНИЕ

В связи с созданием сложных технических систем, требующих тщательной проработки вопросов надежности, начиная от проектирования и производства и кончая их испытаниями и эксплуатацией, возрастает потребность в специалистах, способных обеспечить требуемый уровень надежности функционирования этих систем.

Целью методических указаний является оказание помощи студентам в овладении методами оценки надежности, приемами и методами повышения надежности информационных систем.

Тема 1 Оценка надежности элементов, работающих до первого отказа

- 1 Характеристики надежности
- 2 Экспоненциальный закон надежности

Основные понятия по теме

Пусть имеется совокупность элементов, каждый из которых характеризуется неотрицательной случайной величиной T , называемой длительностью его безотказной работы.

По определению, функцией распределения (интегральным законом распределения) случайной величины T называется функция

$$F(t) = P\{T \leq t\}$$

определяемая как вероятность того, что элемент отказал до момента t .

Для целей расчета надежности удобнее пользоваться функцией дополнительной $F(t)$ и называемой вероятностью безотказной работы $P(t)$. Эта функция задает вероятность, что элемент не откажет до момента t .

$$P(t) = P\{T > t\}$$

При испытании партии изделий вероятность исправной работы определяется

$$P(t) = \lim_{\substack{\Delta t \rightarrow 0 \\ N_0 \rightarrow \infty}} \frac{N_0 - \sum_{k=1}^{t/\Delta t} n_k}{N_0} \approx \frac{N(t)}{N_0}, \quad (1.1)$$

где N_0 – число изделий в начале испытания;

n_k – число изделий которые вышли из строя в интервале Δt_k ;

t – время, для которого определяется вероятность исправной работы;

Δt – принятая продолжительность интервала времени наблюдений;

$N(t)$ – число изделий исправно работающих от 0 до t .

Вероятность отказа $Q(t) = F(t)$ – интегральная функция – это вероятность того, что в пределах заданной наработки объекта отказ возникнет.

$$Q(t) = 1 - P(t) = F(t), \quad (1.2)$$

$$Q(t) = \frac{\sum_{k=1}^{t/\Delta t} n_k}{N_0} \quad (1.3)$$

Плотность распределения отказов $f(t)$ (дифференциальный закон распределения) определяется по формуле:

$$f(t) = Q'(t) = (1 - P(t))' = -P'(t) \quad (1.4)$$

$f(t)$ можно определить эмпирически:

$$f(t) = \frac{n_k}{N_0 \Delta t} \quad (1.5)$$

Отсюда, плотность распределения отказов – число отказов в единицу времени к общему числу испытываемых изделий.

Интенсивность отказов $\lambda(t)$ определяется по формуле:

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{P(t)} \quad (1.6)$$

Подставим $f(t)$ из (5) и $P(t)$ из (1) в формулу (6) получаем:

$$\lambda(t) = \frac{n_k}{N(t) \Delta t}, \quad (1.7)$$

где n_k – число изделий отказавших в интервале времени Δt ;

$N(t)$ – число изделий не отказавших к началу интервала Δt .

Таким образом, интенсивность отказов – это отношение числа отказавших в единицу времени элементов к числу изделий, продолжающих работу.

Среднее время безотказной работы элемента T_{cp} (время жизни элемента) определяется как математическое ожидание времени исправной работы:

$$T_{cp} = \mu[T] = \int_0^{\infty} t f(t) dt \quad (1.8)$$

С учетом формулы (4) получаем, что

$$T_{cp} = - \int_0^{\infty} t P'(t) dt$$

Интегрируем по частям:

$$T_{cp} = -[tP(t)]_0^{\infty} + \int_0^{\infty} P(t) dt \quad (1.9)$$

Так как $[-t P(t)] = 0$, $T_{cp} = \int_0^{\infty} P(t) dt$

Практически среднее время безотказной работы определяется по формуле:

$$T_{cp} \approx \frac{1}{N_0} \sum_{k=1}^{N_0} t_k, \quad (1.10)$$

где t_k – время исправной работы k -го элемента.

Так как, трудно определить t_k , удобнее пользоваться другим выражением:

$$T_{cp} \approx \frac{1}{N_0} \sum_{k=1}^{t/\Delta t} n_k t_{cpk} \quad (1.11)$$

$$t_{cpk} = \frac{1}{2}(t_{k-1} + t_k),$$

где t_{k-1} и t_k начало и конец интервала.

Число элементов, которые будут работать непрерывно к моменту времени t , определяется из формулы (1.1):

$$N(t) = P(t)N_0 \quad (1.12)$$

Число элементов, отказавших за интервал t равно:

$$n_k = N(t) - N(t + \Delta t) = N_0(P(t) - P(t + \Delta t)) \quad (1.13)$$

Многочисленные опытные данные показывают, что для многих элементов функция $\lambda(t)$ имеет характерный вид (рисунок 1.1):

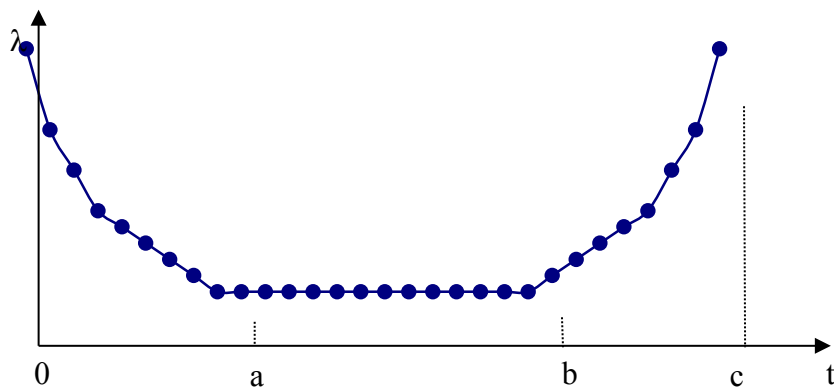


Рисунок 1.1 – График функции интенсивности отказов

Это связано с тем, что в большой партии элементов всегда имеются элементы со скрытыми дефектами, которые выходят из строя вскоре после начала работы.

Участок **0-a** – период приработки или выжигания.

Период **a-b** – период нормальной работы. Он характеризуется приближенно постоянным значением опасности отказов;

Период **b-c** – период «старения» элементов.

С определенными ограничениями и допущениями можно принять, что

$$\lambda(t) = \lambda = const.$$

Рассмотрим, какой вид принимает функция надежности $P(t)$ при таких условиях:

Подставляя значение n_k из (1.14) и значение $N(t)$ из (1.12) в формулу (1.8), получим выражение интенсивности отказов в виде:

$$\lambda(t) = \frac{P(t) - P(t + \Delta t)}{P(t)\Delta t} = -\frac{dP}{P(t)dt} = -\frac{P'(t)}{P(t)} \quad (1.14)$$

Интегрируя обе части в интервале от 0 до t, получаем:

$$\int_0^t \lambda(t) dt = \ln(t),$$

$$P(t) = e^{-\int_0^t \lambda(t) dt}.$$

(1.15)

Если $\lambda(t) = const$, то уравнение (14) представляет собой экспоненциальный закон надежности. В этом случае функция принимает вид (из 1.15):

$$P(t) = e^{-\lambda t} \quad (1.16)$$

По этому закону вероятность исправной работы элементов, обладающих интенсивностью отказов λ , убывает со временем по экспоненциальной кривой.

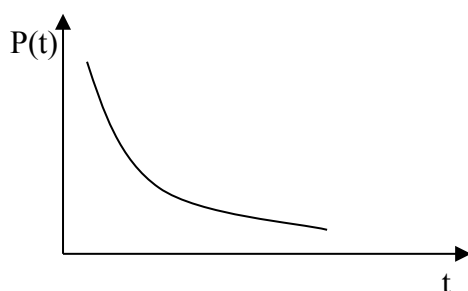


Рисунок 1.2 – График функции вероятности исправной работы

Это справедливо на нормальном участке работы, когда эффект старения не ощутим. Такую кривую называют функцией надежности. Она имеет большое значение, когда необходимо знать с какой вероятностью система обработки данных способна выполнить задание, требующее определенной продолжительности безотказной работы.

Подставляя $P(t)$ из формулы (1.16) в формулу (1.9) получаем функцию среднего времени безотказной работы

$$T_{cp} = \int_0^{\infty} e^{-\lambda t} dt = \frac{1}{\lambda}, \quad (1.17)$$

отсюда $\lambda = \frac{1}{T_{cp}}$ – среднее число отказов в единицу времени.

Таким образом, для экспоненциального закона опасность отказа обратна среднему времени. Поэтому функцию надежности можно записать так:

$$P(t) = e^{-\frac{t}{T_{cp}}}$$

Плотность отказов для экспоненциального закона из формулы (1.6) определяется по формуле:

$$f(t) = \lambda e^{-\lambda t}. \quad (1.18)$$

Вопросы для самоконтроля

- 1 Что такое надежность ВС (определение)?
- 2 Каковы понятия безотказности, ремонтпригодности, долговечности и сохраняемости?

- 3 Каковы основные функции надежности?
- 4 Что такое надежность элемента, работающего до первого отказа?
- 5 Что такое экспоненциальный закон надежности?
- 6 Приведите формулы расчета эмпирических функций:
 - вероятности отказа элемента до момента времени t ;
 - плотности распределения отказов;
 - вероятности безотказной работы;
 - интенсивность отказов?
- 8 Как используется экспоненциальный закон для расчета значений функций надежности?
- 9 Как определяется среднее время жизни элемента?

Практическая работа 1

Построение используемых при оценке надежности вычислительной системы функций распределения вероятностей случайных величин

Цель работы: закрепление навыков построения функций распределения вероятностей случайных величин.

Материалы и оборудование: персональный компьютер типа IBM.

Ход работы

1 Построить графики интегральной функции распределения, дифференциальной функции распределения, обратной интегральной функции, функции интенсивности отказов.

2 Оценить допустимость аппроксимации функции надежности (обратной интегральной функции) экспоненциальным законом распределения времени безотказной работы элемента.

3 Рассчитать значение показателя, характеризующего среднее время наработки на отказ.

4 Рассчитать вероятность безотказной работы элемента в течение периода t (t задается преподавателем), исходя из предположения об экспоненциальном характере закона распределения надежности. Сопо-

ставить вычисленный результат с данными, полученными эмпирически.

Эмпирические данные, характеризующие продолжительность работы до отказа группы однотипных элементов приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Продолжительность работы элемента до отказа

№ варианта	Продолжительность работы элемента до отказа	Количество отказавших элементов									
		№ варианта									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0 - 12	40	55	30	22	23	40	28	54	56	42
2	13 - 24	29	35	20	20	20	25	21	36	35	28
3	25 - 36	21	22	12	16	16	20	13	22	22	21
4	37 - 48	15	14	9	12	12	15	10	14	13	14
5	49 - 60	12	9	7	9	10	11	7	9	9	12
6	61 - 72	12	6	6	7	8	8	6	6	5	11
7	73 - 84	8	4	4	6	6	7	4	4	4	8
8	85 - 96	6	2	4	5	6	6	4	2	2	6
9	97 - 108	4	2	4	3	4	4	4	2	2	4
10	109 - 120	3	1	4	2	3	3	3	1	1	3

Пример программы, написанной на языке ПАСКАЛЬ

```

program L1;
uses crt;
const
  No=100;
  otk:array[1..10] of integer =
(30,20,12,9,7,6,4,4,4,4);
  sboi:array[1..10] of integer =
(12,24,36,48,60,72,84,96,108,120);
type
  mas=array[1..10] of real;
var

```

```

    l,f,p,po,chet,pob:mas;
    i,n,nt,s:integer;
    t,tsr,lm,lsr:real;
Begin
    clrscr;
    n:=0;s:=0;t:=0;
    for i:=1 to 10 do
    begin
        n:=n+otk[i];
        nt:=no-n;
        p[i]:=nt/no;           {вероятность
безотказной работы}
        f[i]:=1-p[i];         {вероятность
отказа}
        chet[i]:=otk[i]/(no*12); {частота отка-
зов}
        l[i]:=otk[i]/((no-s)*12); {интенсивность
отказов}
        t:=otk[i]*((i-1)*12+i*12)*0.5+t;
        s:=s+otk[i];
    end;{for i}
    tsr:=t/n;                 {среднее время
жизни элементов}
    clrscr;
    writeln('-----
-----');
    writeln('|  T  | Not  |  F(t)  |  P(t)  |
f(t)  |  L(t)  |');
    writeln('-----
-----');
    for i:=1 to 10 do
    begin
        write('| ',sboi[i]:3,' | ',otk[i]:3,' |
',f[i]:6:4,' | ');
        writeln(p[i]:6:4,' | ',chet[i]:6:4,' |
',l[i]:6:4,' | ');
        writeln('-----
-----');
    end;{for i}

```

```

        writeln('СР. ВРЕМЯ НАРАБОТКИ НА ОТКАЗ
: ',tsr:8:6);
        window(55,2,80,25);
        writeln(' ТАБЛИЦА ЗНАЧЕНИЙ Po ');
        for i:=1 to 10 do po[i]:=EXP(-(i*12)/tsr);
        for i:=1 to 10 do writeln('
Po[' ,i, ']= ',po[i]:6:4);
        lm:=0;
        for i:=2 to 5 do lm:=lm+l[i];
        lsr:=lm/4;
        writeln(' ');
        writeln(' ТАБЛИЦА ЗНАЧЕНИЙ Pob ');
        for i:=1 to 10 do begin
            pob[i]:=EXP(-(lsr*sboi[i]));
            writeln('      Pob[' ,i, ']= ',pob[i]:8:6);
        end;{for i}
End.

```

Тема 2 Оценка надежности технических средств вычислительной системы

1 Методы исследования и оценки надежности технических средств

2 Аналитическая методика оценки технической составляющей надежности однофункциональной вычислительной системы

Основные понятия по теме

При оценке технических составляющих надежности ВС в качестве исходных данных используются:

1 Описание технологического процесса решения задачи.

2 Описание схемы взаимодействия наборов данных и программных модулей.

3 Объемно-временные характеристики задачи.

4 Сведения об интенсивности отказов и восстановлений по каждому выделяемому структурному компоненту ВС (таблица 2.1).

Таблица 2.1 – Сведения об интенсивности отказов и восстановлений

Наименование устройства	Интенсивность отказов ед. в час	Интенсивность восстановления ед. в час	Производительность
1	2	3	4
ПЭВМ	0,0034	1	1000000 опер. в сек.
НМД	0,0018	2	800 кб/с
УУ НМД	0,001	0,5	8 накопителей
НМЛ	0,0025	1	64000 знаков в сек.
УУ НМЛ	0,002	0,2	8 накопителей
Селекторный канал	0,001	2	600 кб/с

Продолжение таблицы 2.1

5	6	7	8
Мультиплекс- ный канал	0,001	2	40 кб/с
Наименование устройства	Интенсив- ность отка- зов ед. в час	Интенсив- ность восста- новления ед. в час	Производи- тельность
Процессор	0,001	0,5	20000 опер в сек.
Принтер	0,0014	0,2	600 строк в минуту

Сама оценка предполагает выполнение следующих основных работ:

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. Как правило, рассматриваются схемы технологического процесса, схемы 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.

На втором этапе для каждого варианта решения задачи определяется используемая совокупность технических средств. Например, одна и та же задача может решаться с использованием НМД или НМЛ.

Надежность технической системы, реализующей задачу, может быть определена на основании показателей надежности вычислительной машины в целом, надежности совокупности устройств, надежности отдельных устройств, блоков и т.д.

Декомпозиция системы на составляющие ее компоненты позволяет повысить точность и аналитичность результатов. Ограничением при декомпозиции является наличие или возможность получения сведений о надежности компонентов соответствующего уровня детализации. Кроме того, при увеличении количества элементов схемы надежности увеличивается сложность расчетов.

На этапе разметки структурной схемы для определения времени работы устройств используются:

- эмпирические данные;
- сведения разработчиков используемых пакетов прикладных программ, приведенные в технической документации;
- экспресс оценки.

Первый случай характерен для функционирующих систем, второй – для стадии рабочего проектирования, третий - для технического проектирования и предпроектной стадии.

Один из возможных вариантов экспресс - оценки времени работы технических средств основан на использовании вероятностей обращения к различным устройствам ЭВМ в зависимости от типа задач (таблица 2.2).

Таблица 2.2 – Вероятность обращения к различным устройствам ПЭВМ в зависимости от типа задач (в процентах)

Тип задачи	Устройства					
	Про- цессор	Прин- тер	НМЛ	НМД1	НМД2	НМД3
1	2	3	4	5	6	7
Вычисли- тельные	65	10	10	5	5	5
Управления	45	15	15	10	10	5
Информаци- онные	30	20	20	10	10	10
Поисковые	25	20	20	15	10	10

Процесс оценки в данном случае происходит следующим образом:
 а) Определяется процессорное время преобразования информации (Т) как функция от объема обрабатываемых данных.

$$T = \frac{w \cdot k}{v},$$

где w – объем данных в байтах;
 k – коэффициент пересчета;
 v – производительность процессора.

Коэффициент пересчета k позволяет привести значение производительности к размерности байт в секунду.

Приближенные значения коэффициента пересчета приведены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Значения коэффициента пересчета

Класс задач	Количество операций приходящихся на один байт информации
Учетные	200-500
Планирования	1000-5000
Прогнозирования	10000-20000

б) Определяется время загрузки других технических средств по таблице в) В случае использования большей детализации технических устройств или другого состава их полученные по таблице данные умножаются на соответствующие коэффициенты пересчета.

Агрегирование состоит в суммировании времени работы одних и тех же устройств, используемых на разных этапах обработки данных. В агрегированной схеме каждое устройство отображается один раз.

Модель надежности строится на основании агрегированной схемы, времени работы устройств и показателей интенсивности отказов (сбоев) и восстановлений.

Вопросы для самоконтроля

1 Как определяется вероятность безотказной работы последовательно соединенных элементов?

2 Как определяется вероятность безотказной работы параллельно соединенных элементов?

3 Какова сущность понятия отказа при расчете надежности технических средств?

4 Что такое коэффициент эксплуатационной надежности?

5 Что такое "холодное" и "горячее" резервирование устройств при расчете надежности технических средств ВС?

6 Какие методы исследования надежности технических средств вы знаете?

7 Каков состав работ по оценке надежности технических средств?

9 Экспресс-оценки времени работы технических средств?

10 Какие методы определения времени работы устройств вы знаете?

Практическая работа 2

Оценка надежности технических средств вычислительной системы

Цель работы: получение практических навыков моделирования и оценки надежности технических средств, участвующих в процессе решения экономической задачи.

Материалы и оборудование: персональный компьютер типа IBM.

Ход работы

1 Разработать математическую модель, отображающую процесс обработки информации, с целью оценки надежности технических средств и ее влияния на затраты, связанные с функционированием СОД.

3 Разработать программу реализации расчета с использованием ЭВМ и инструкцию по ее использованию.

3 Рассчитать коэффициент эксплуатационной надежности технических средств, участвующих в процессе решения задачи, для следующих случаев:

а) в качестве машинных носителей всех файлов используются магнитные диски (рисунок 2.1);

б) все файлы, кроме "Классификаторы сырья и материалов", размещаются на магнитных лентах.

4 Рассчитать надежность технической составляющей системы по интенсивности отказов ПЭВМ в целом.

5 Для каждого варианта оценить ежегодные дополнительные затраты, обусловленные надежностью технических средств.

6 Проанализировать полученные результаты.

Перед выполнением работы следует изучить лекционный материал по вопросу «Техническая составляющая надежности ВС».

При разработке программы расчета надежности может быть использована формула:

$$K_{эн} = \frac{\mu}{\mu + \lambda} e^{-\lambda t},$$

где $K_{эн}$ – коэффициент эксплуатационной надежности технических средств ВС;

μ – интенсивность восстановлений;

λ – интенсивность отказов;

t – время функционирования.

Перечисленные работы проводятся для каждого из возможных вариантов конфигурации технических средств.

Результаты расчетов используются для выбора наиболее рационального проектного решения.

Для упрощения расчетов при выполнении работы принимаются следующие допущения: возможность аппроксимации действующих распределений случайных величин экспоненциальным законом; каждый элемент системы имеет два возможных состояния - работоспособное и неработоспособное (отказ); изменение состояний отдельных элементов системы взаимонезависимы, то есть переход из работоспособного состояния в неработоспособное не влечет за собой непосредственного изменения состояния других элементов; переключение отказавших элементов на резервные осуществляется мгновенно; переключающие устройства абсолютно надежны.

Исходные данные:

В состав подсистемы «Бухгалтерский учет» АСУП включена задача «Формирование оборотной ведомости движения материалов по складам». Задача решается на ПЭВМ 12 раз в год.

Схема взаимосвязи программных компонентов и наборов данных, реализуемая пакетом прикладных программ, используемым при автоматизации задачи, отображена на рисунке 2.1. В таблице 2.4 содержатся данные о месячных объемах обрабатываемой информации.

В таблице 2.5 приведены временные характеристики использования технических средств, взятые из эксплуатационной документации соответствующего пакета прикладных программ. Кроме наборов данных, перечисленных в таблице 2.1, в процессе решения задачи используется

файл нормативно-справочной информации объемом в 50 000 байт ($Q_{нси}=50$ кбайт) и файл "Остатки материалов" объемом в 30 000 байт ($Q_{ост}=30$ кбайт). При отказе АЦПУ оно может быть заменено на резервное устройство.

Показатели интенсивности отказов и восстановлений используемых в процессе решения задачи технических средств приведены в таблице 2.1.

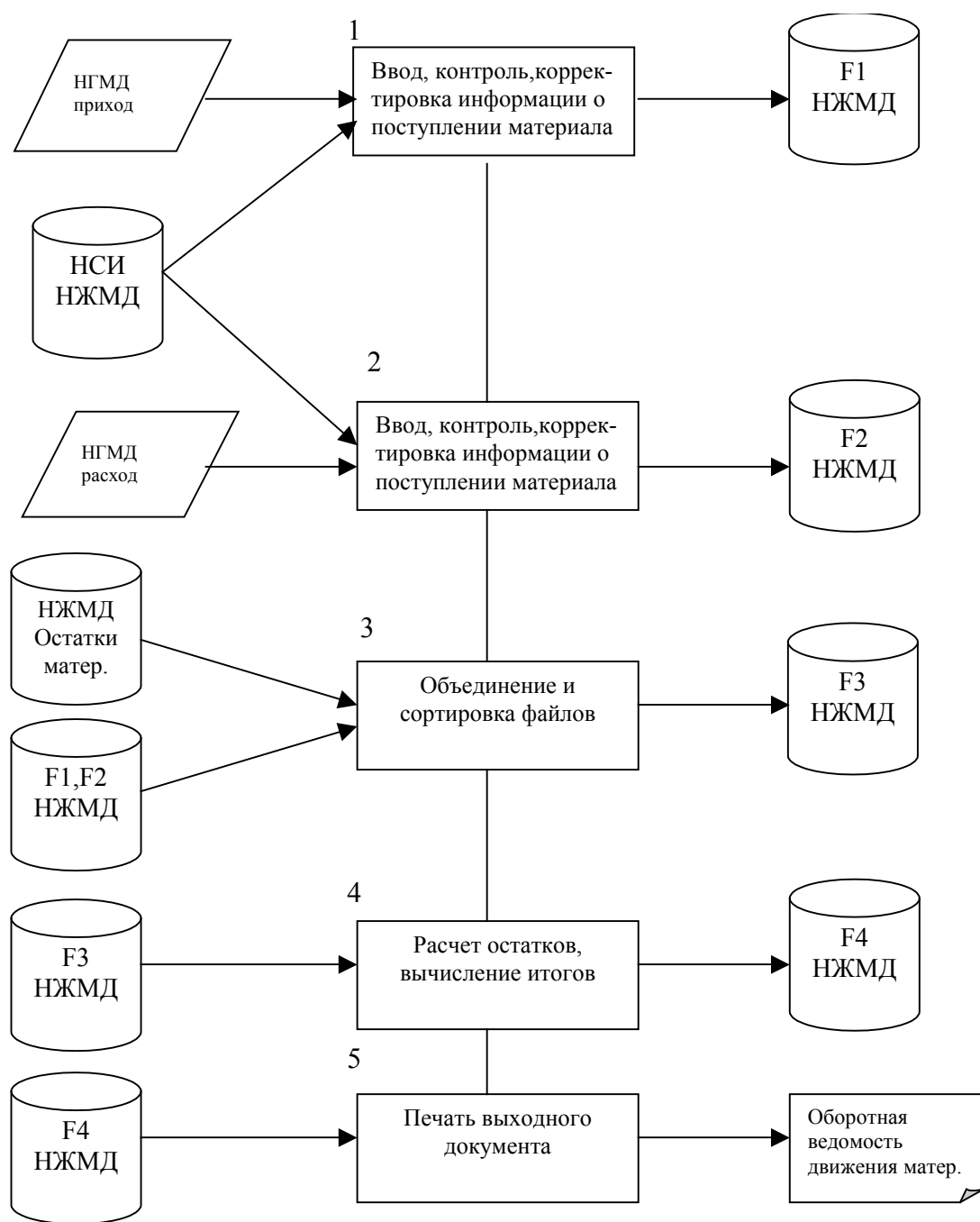


Рисунок 2.1 – Схема взаимосвязи программных компонентов и наборов данных

Таблица 2.4 – Данные о месячных объемах обрабатываемой информации

Номер вари- анта	№ программного компонента							
	1		2		3	4	5	
	Q кбайт НГМД	Q кбайт НЖМ Д	Q кбайт НГМД	Q кбайт НЖМ Д	Q кбайт НЖМ Д	Q кбайт НЖМ Д	Строк Прин- тер	Q кбайт НЖМ Д
1	310	360	850	900	1100	1100	10000	500
2	350	400	950	1000	1200	1200	11000	550
3	380	430	1030	1080	1320	1320	12000	600
4	420	470	1120	1170	1430	1430	13000	650
5	450	500	1210	1260	1540	1540	14000	700

Таблица 2.5 – Временные характеристики использования технических средств

№ программ- ного компо- нента см. таблицу 2.1	Время работы технических устройств (в секундах)			
	НГМЛ	Флоппи- диск контрол- лер	Процессор	Шина IDE
1	2	3	4	5
1	$t1=0.005*Q_{кб}$	$t2=0.005*Q_{кб}$	$t3=0.2*Q_{кб}$	$t4=0.000017*Q_{кб}+0.000017**Q_{кб}$ нси
2	$t1=0.005*Q_{кб}$	$t2=0.005*Q_{кб}$	$t3=0.2*Q_{кб}$	$t4=0.000017*Q_{кб}+0.000017**Q_{кб}$ нси
3	---	---	$t3=0.2*Q_{кб}$	$t4=0.000017*Q_{кб}$ ост+ $+0.00017*Q_{кб}$
4			$t3=0.2*Q_{кб}$	$t4=2*0.00017*Q_{кб}$
5			$t3=0.2*Q_{кб}$	$t4=0.00017*Q_{кб}$

				*Qкб
--	--	--	--	------

Продолжение таблицы 2.5

№ программ- ного компонента (см. таблицу 2.1)	Время работы технических устройств (в секундах)				
	НЖМД	Принтер			
	6	7			
1	t5=0.0001 7***Q Кб нси+ +0.00017* Qкб	-	---		---
2	t5=0.0001 7***Q Кб нси+ +0.00017* Qкб	-	---		---
3	t5=0.0001 7***Q Кб ост+ +0.00017* *Q Кб		---		---
4	t5=2*0.00 017*Q Кб		---		---
5	t5=0.0001 7*Q Кб	T6=0.032* *Qстр			

Пример программы, написанной на языке ПАСКАЛЬ

```

program LAB2;
uses crt;
const
    m:array[1..10] of real =
(0.2,2,0.5,2,2,2,2,2,0.5,0.2);
    l:array[1..10] of real =
(0.0022,0.001,0.001,0.001,0.0015,

```

```

0.0015,0.0015,0.0015,0.001,0.0014);
    mteh=1;lteh=0.0034;

f1=10000;f2=23000;b1=360;b2=900;b3=1100;b4=1100;b5
=500;
    bn=50;str=10000;f0=30;
var
    t,p:array[1..10] of real;

tm1,tm2,tm3,tm4,tm5,tm6,tm7,tm8,tm9,tm10:ar-
ray[1..5] of real;
    i:integer;cc:char;
    _p9d,_t9d,_t9,_p9,teh,tt,Kn:real;
begin
    _t9:=0;_p9:=0;_t9d:=0;_p9d:=0;
    for i:=1 to 10 do
        begin
            p[i]:=0;t[i]:=0;
        end;{for i}
        for i:=1 to 5 do
            begin
                tm1[i]:=0;tm2[i]:=0;tm3[i]:=0;tm4[i]:=0;tm5[i]:=0;

                tm6[i]:=0;tm7[i]:=0;tm8[i]:=0;tm9[i]:=0;tm10[i]:=0
            ;
                end;{for i}
            clrscr;
            writeln('1. РАСЧЕТ ВРЕМЕНИ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ
');
            writeln;
            writeln('1) расчет времени работы
устройств');
            writeln('-----
-----');
            writeln('    устройство
время ');
            writeln('-----
-----');

```

```

write(' Устройство ввода с перфокарт
:');
tm1[1]:=0.12*f1;tm1[2]:=0.12*f2;t[1]:=0;
for i:=1 to 5 do t[1]:=t[1]+tm1[i];
t[1]:=t[1]/3600;
writeln( t[1]:8:4,'<ч>');
write(' Мультиплексорный канал
:');

tm2[1]:=0.25*b1;tm2[2]:=0.025*b2;tm2[5]:=0.032*str
;t[2]:=0;
for i:=1 to 5 do t[2]:=t[2]+tm2[i];
t[2]:=t[2]/3600;
writeln(t[2]:8:4,'<ч>');
write(' Процессор
:');

tm3[1]:=2*b1;tm3[2]:=2*b2;tm3[3]:=2.185*b3;tm3[4]:
=2*b4;
tm3[5]:=2.185*b5;t[3]:=0;
for i:=1 to 5 do t[3]:=t[3]+tm3[i];
t[3]:=t[3]/3600;
writeln(t[3]:8:4,'<ч>');
write(' Селекторный канал
:');

tm4[1]:=0.0017*b1+0.0017*bn;tm4[2]:=0.0017*b2+0.00
17*bn;

tm4[3]:=0.0017*f0+0.0957*b3;tm4[5]:=0.0957*b5+0.00
17*bn;

tm4[4]:=0.0017*bn+0.0017*f0+0.0032*b4;t[4]:=0;
for i:=1 to 5 do t[4]:=t[4]+tm4[i];
t[4]:=t[4]/3600;
writeln(t[4]:8:4,'<ч>');
write(' НМД1
:');

```

```

tm5[1]:=0.0032*bn;tm5[2]:=0.0032*bn;tm5[3]:=0.0032
*f0;

tm5[4]:=0.0032*bn+0.0032*f0;tm5[5]:=0.0032*bn;t[5]
:=0;
    for i:=1 to 5 do t[5]:=t[5]+tm5[i];
    t[5]:=t[5]/3600;
    writeln(t[5]:8:4,'<ч>');
    write('    НМД2
:');

tm6[1]:=0.0032*b1;tm6[2]:=0.0032*b2;tm6[3]:=0.0064
*b3;

tm6[4]:=0.0064*b4;tm6[5]:=0.0032*b5;t[6]:=0;
    for i:=1 to 5 do t[6]:=t[6]+tm6[i];
    t[6]:=t[6]/3600;
    writeln(t[6]:8:4,'<ч>');
    write('    НМД3
:');

tm7[3]:=0.0925*b3;tm7[5]:=0.0925*b5;t[7]:=0;t[9]:=
0;tt:=0;
    for i:=1 to 5 do t[7]:=t[7]+tm7[i];
    t[7]:=t[7]/3600;
    writeln(t[7]:8:4,'<ч>');
    write('    НМД4
:');
    writeln(t[7]:8:4,'<ч>');
    write('    1.УУНМД
:');

t[9]:=t[5]+t[6]+t[7]+t[8];_t9:=10*t[6]+10*t[7]+10*
t[8];
    _t9d:=t[5];
    writeln(t[9]:8:4,'<ч>');
    write('    УУМЛ
:');
    writeln(_t9:8:4,'<ч>');

```

```

write('  2.УУНМД
:');
writeln(_t9d:8:4,'<ч>');
write('  АЦПУ
:');
tm9[5]:=0.032*str;t[10]:=tm9[5];
t[10]:=t[10]/3600;
writeln(t[10]:8:4,'<ч>');
tt:=t[3]*100/45;
writeln('-----');
writeln;
writeln('2. ВРЕМЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ =
',tt:8:4,'<ч>');
cc:=readkey;
clrscr;
writeln('2.РАСЧЕТ КОЭФИЦИЕНТА
ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ МД ');
p[1]:=(m[1]/(m[1]+l[1]))*exp((-l[1])*t[1]);
p[10]:=(m[10]/(m[10]+l[10]))*exp((-
l[10])*t[10]);
Kn:=1;
for i:=2 to 9 do
begin
p[i]:=(m[i]/(m[i]+l[i]))*exp((-
l[i])*t[i]);
Kn:=Kn*p[i];
end;
Kn:=(1-(1-p[1])*(1-p[1]))*Kn*(1-(1-
p[10])*(1-p[10]));
p[10]:=0.987;
writeln;
write('У-во  УВВПК  МК  ПР-Р  СК  НМД1
НМД2  НМД3  НМД4 ');
writeln('УУНМД АЦПУ');
write('Н-ть  ',p[1]:4:3,' ',p[2]:4:3,'
',p[3]:4:3,' ');
write(p[4]:4:3,' ',p[5]:4:3,' ',p[6]:4:3,'
',p[7]:4:3,' ');
writeln(p[8]:4:3,' ',p[9]:4:3,'
',p[10]:4:3);

```

```

        writeln;
        writeln(' Коэффициент эксплуатационной
надежности K=',Kn:8:6);
        writeln;

l[5]:=0.0015;l[6]:=0.0025;l[7]:=l[6];l[8]:=0.0025;
m[6]:=1;m[7]:=1;m[8]:=1;Kn:=1;
for i:=2 to 9 do
begin
    p[i]:=(m[i]/(m[i]+l[i]))*exp((-
l[i]))*t[i]);
    Kn:=Kn*p[i];
end;
_p9d:=(m[9]/(m[9]+l[9]))*exp((-l[9])*_t9d);
m[9]:=0.2;l[9]:=0.002;
_p9:=(m[9]/(m[9]+l[9]))*exp((-l[9])*_t9);
Kn:=( _p9*(1-(1-p[1])*(1-p[1]))*Kn*(1-(1-
p[9])*(1-p[9])))/p[9]*_p9d;
_p9:=0.9967;
writeln(' МЛ ');
write('У-во УВВПК    МК    ПР-Р    СК    НМД1
НМД2    НМД3    НМД4');
writeln(' УУНМЛ УУНМД АЦПУ');
write('Н-ть ',p[1]:4:3,' ',p[2]:4:3,'
',p[3]:4:3,' ');
write(p[4]:4:3,' ',p[5]:4:3,' ',p[6]:4:3,'
',p[7]:4:3,' ');
writeln(p[8]:4:3,' ',_p9:4:3,' ',_p9d:4:3,'
',p[10]:4:3);
writeln;
writeln('Коэффициент эксплуатационной
надежности K=',Kn:8:6);
writeln;
teh:=(mteh/(mteh+lteh))*exp((-lteh)*tt);
writeln('Надежность технической составляю-
щей ЭВМ=',teh:8:6);
end.

```


Тема 3 Расчет достоверности обрабатываемой информации

- 1 Понятие достоверности информации
- 2 Модели достоверности

Основные понятия по теме

Под достоверностью информации понимается степень или уровень адекватного отображения ею объективно существующих явлений, событий или процессов.

Достоверность (или надежность) информации связана с вероятностью возникновения ошибок. Понятие «ошибка» в данном случае целесообразно рассматривать как искажение информации, поддающееся с определенной вероятностью обнаружения и регистрации.

Достоверность может оцениваться вероятностью наличия ошибки в файле информации, плотностью ошибок, вероятностью отсутствия ошибки (собственно достоверность), интенсивностью ошибок. Следует отметить, что в качестве аргумента в данном случае могут использоваться как время, так и объем обрабатываемой информации (чаще всего в знаках). В случае экспоненциального характера функции вероятности отсутствия искажения, интенсивность ошибок является величиной, обратной среднему объему информации, приходящейся на одну ошибку. $\lambda_n = 1/Q$

Во множестве видов контроля, используемых для повышения достоверности, можно выделить два подмножества: внутриоперационные и послеоперационные виды контроля.

Достоверность информации P_{II} , формируемой при реализации некоторого технологического процесса, операции которого не включают послеоперационных видов контроля, определяются следующим образом:

$$P_{II} = \prod_{i=1}^n B_i$$

где B_i – достоверность (вероятность отсутствия ошибок) информации после реализации i -й операции, $i = 1 \div n$

При использовании внутриоперационного контроля можно выделить операции, предполагающие однократное и ℓ – кратное преобразование (в большинстве случаев $\ell = 2$) с последующим исправлением путем повторения операций преобразования.

Рассмотрим модель надежности однократной операции преобразования с внутриоперационным контролем и исправлением путем повторения операции преобразования. Схема унифицированного алгоритма операции данного типа приведена на рисунке 3.1.

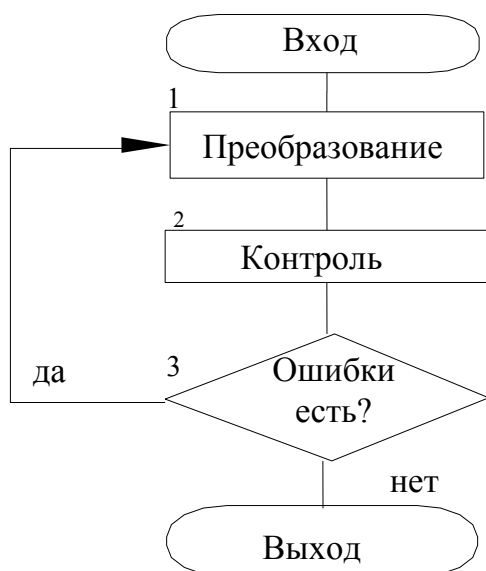


Рисунок 3.1 – Схема унифицированного алгоритма однократной операции с внутриоперационным контролем

Вероятность поступления искаженных данных на выход операции равна:

$$B^0 = \frac{\beta^0 \kappa'}{1 - \beta^0 \kappa^0}$$

Вероятность того, что на выход операции не попадет искаженная информация, равна:

$$B' = 1 - \frac{\beta^0 \kappa'}{1 - \beta^0 \kappa^0} = \frac{\beta'}{1 - \beta^0 \kappa^0},$$

где β' – вероятность того, что информация от входа в операцию до выхода из неё происходит без искажений;

β^0 – вероятность того, что информация от входа в операцию до выхода из неё будет искажена;

κ^0 – вероятность того, что в контролирующем блоке искажение обнаружится;

κ' – вероятность того, что в контролирующем блоке искажение не обнаруживается, и искаженные данные выдаются на выход операции.

Унифицированная схема алгоритма двукратной операции преобразования без прерываний с внутриоперационным контролем приведена на рисунок 3.2.



Рисунок 3.2. – Схема унифицированного алгоритма двукратной операции с внутриоперационным контролем

Нетрудно заметить, что если объединить блоки 1 и 2 на рисунке 3.2, то мы получим схему, идентичную ранее рассмотренной (рисунок 1). Следовательно, в данном случае мы можем воспользоваться ранее полученным результатом, если примем $\beta' = \beta'_1 \cdot \beta'_2$ и $\beta^0 = 1 - \beta'$, где

β'_1 и β'_2 - вероятность получения правильных результатов при первом и втором преобразовании;

β_1^0 и β_2^0 - вероятность искажения информации при первом и втором преобразовании.

Т.е. вероятность β' того, что на выход двукратной операции не попадет искаженная информация, равна,

$$\beta' = \frac{\beta_1 \beta_2}{1 - (1 - \beta_1 \beta_2) \kappa^0}$$

Полученный результат можно распространить и на случай послеоперационного контроля. В данном случае β' и β^0 определяются следующим образом:

$$\beta' = \prod_{i \in I} \beta_i', \quad \beta^0 = 1 - \prod_{i \in I} \beta_i',$$

где β_i' – вероятность того, что на выходе i -той операции не попадет

искаженная информация;

β_i^0 – вероятность искажения информации в результате реализации i -той операции;

I – подмножество операций, на которые распространяется послеоперационный контроль.

Тогда вероятность β' того, что на выход операции, содержащей послеоперационный контроль, не попадет искаженная информация, равна

$$\beta' = \frac{\prod_{i \in I} \beta_i'}{1 - \kappa^0 (1 - \prod_{i \in I} \beta_i')}$$

Для оценки достоверности результатной информации с использованием ранее рассмотренных моделей необходимы следующие исходные данные:

Состав операций преобразования и контроля, предусматриваемый одним или несколькими вариантами технологического процесса. Операции должны иметь оценки объёмов обрабатываемой информации и времени выполнения.

Вероятности ошибочного (безошибочного) преобразования β^0 (β^I). Эти вероятности определяются либо статическим путем, либо расчетным. Статистические данные о вероятности ошибочного выполнения операции задаются как вероятность появления ошибки на знак (таблица 3.1).

Для определения вероятности искажения информации при обработке на ЭВМ используются также сведения об интенсивности сбоев, которые берутся на порядок выше соответствующих интенсивностей отказов.

Расчетным путем определяется вероятности ошибочной информации, формируемой в результате сложных операций. Расчеты проводятся на основании характеристик элементарных операций и рассмотренных ранее типовых моделей достоверности.

Таблица 3.1 – Вероятности ошибочного выполнения операции

Способ ввода и передачи информации	Вероятность ошибки ош/знак
Ручной ввод данных с клавиатуры	$(1-2) \cdot 10^{-3}$
Ввод данных с датчиков единичных сигналов	$10^{-3} - 10^{-5}$
Ввод данных с устройств регистрации данных	$10^{-5} - 10^{-6}$
на мл	$10^{-6} - 10^{-7}$
Передача данных по каналам связи:	$10^{-3} - 10^{-4}$
По телефонной сети	$10^{-4} - 10^{-5}$
По абонентскому телефону	10^{-6}
По специальным каналам	

Таблица 3.2 – Вероятности обнаружения ошибок для различных методов контроля

Метод контроля	Пределы изменения вероятности обнаружения ошибок
самоконтроль оператора по печатному документу	0,4 – 0,5
самоконтроль оператора по экрану видеотерминала	0,6 – 0,8
счетный метод контроля	0,8 – 0,9999
контроль совпадением (верификация)	0,99999
контроль сравнением (дубль- перфорация)	0,99999
контроль по модулю 2	0,999 – 0,999

Таблица 3.3 – Вероятности обнаружения ошибок при программных методах контроля

Метод программного контроля	Вероятность обнаружения ошибок
Поразрядное суммирование слов	0,9 – 0,99
Арифметическое суммирование с кольцевым переносом из старшего разряда в младший	0,99 – 0,998
Контроль методом двойного счета	0,94 – 0,99

Таблица 3.4 – Допустимые вероятности появления ошибок для различных классов экономических задач

Класс экономических задач	Допустимая интенсивность ошибок I/знак
Оперативно-производственное планирование	$1 \cdot 10^{-4}$
Технико-экономическое планирование	$1 \cdot 10^{-5}$
Бухгалтерский учет	$1 \cdot 10^{-6}$
Статистический учет	$1 \cdot 10^{-5}$

Вероятности обнаружения ошибок для различных методов контроля (таблица 3.2). Если некоторый вид контроля не распространяется на все исходные данные, соответствующая ему вероятность должна быть умножена на поправочный коэффициент, учитывающий удельный вес контролируемых данных в общем их объеме.

Допустимые вероятности появления ошибок для соответствующих классов задач (таблица 3.4).

Оценка достоверности информации в общем случае предполагает выполнение следующих работ:

Конкретизация понятия отказа вследствие недостоверности или обработки информации. При $V^{don} \geq V^{\phi}$ вероятность безотказной работы будем считать равной

$$P_u = [1 - (V^{don} - V^{\phi})],$$

а при $V^{don} < V^{\phi}$ $P_u = 1$,

где P_u - информационная составляющая надежности;

V^{don} - допустимое значение достоверности;

V^{ϕ} - фактическое значение достоверности.

Анализ технологического процесса, определение множества допустимых вариантов его реализации.

Построение укрупненной схемы достоверности, отображаемой моделью первого типа (в частном случае может быть один элемент).

Декомпозиция сложных операций на элементарные, отображаемые типовыми моделями (в некоторых случаях может потребоваться разработка уникальных моделей).

Разметка схемы достоверности (определение объемов информации, времени работы устройств, интенсивности сбоев и т.д.).

Построение обобщенной модели.

Расчет и анализ результатов, формулирование выводов и предложений.

Пример.

Технологический процесс обработки информации при решении некоторой экономической задачи, входящей в подсистему «бухучет» предполагает ввод данных с клавиатуры и самоконтроль оператора по видеотерминалу, программный контроль методом арифметического суммирования с кольцевым переносом из старшего разряда в младший.

Обработка информации производится на ПЭВМ. Объем обрабатываемой информации $Q=10000$ знаков, время обработки - 0,2 ч.

Требуется рассчитать вероятность отказа задачи вследствие полученной недостоверности информации.

Под отказом будем понимать получение пользователем информации, достоверность которой ниже допустимой. При $V^{don} \geq V^{\phi}$ вероятность безотказной работы равна:

$$P_u = [1 - (V^{don} - V^{\phi})]$$

Для упрощения расчетов принимаем следующие допущения:

зависимость вероятности не искажения информации от её объёма хорошо аппроксимируется экспоненциальным законом.

допустимо абстрагирование от семантических характеристик обрабатываемых данных.

сбои устройств подготовки информации сбои не учитываются.

сбои устройств обработки информации приводят к её искажению.

Решение:

Оценка достоверности информации после ввода её с клавиатуры в ПЭВМ.

$$\beta'_{\text{вв}} = \left(\frac{\beta'_{\text{симв}}}{1 - \beta'_{\text{симв}} \kappa^0_{\text{симв}}} \right)^Q = \left(\frac{0,999}{1 - 0,002 \cdot 0,8} \right)^{10000} = 0,999799^{10000} = 0,135024$$

где, $\beta'_{\text{симв}}$ - вероятность не искажения символа (таблица 2.1)

$\kappa^0_{\text{симв}}$ - вероятность обнаружения ошибки при самоконтроле (таблица 2.2)

Достоверность информации после программного контроля методом арифм. суммирования с кольцевым переносом из старшего разряда в младший:

$$\beta'_{\text{нк}} = \frac{\beta'_{\text{вв}}}{1 - (1 - \beta'_{\text{вв}}) \cdot \kappa^0_{\text{нк}}} = \frac{0,135024}{1 - (1 - 0,135024) \cdot 0,998} = \frac{0,135024}{0,136754} = 0,987350$$

Вероятность не искажения информации в процессе её обработке на ЭВМ:

$$\beta'_{\text{обр}} = \ell^{-\lambda_{\text{сб}} t} = \ell^{-0,034 \cdot 0,2} = 0,993223$$

Фактическая достоверность информации

$$B^{\text{ф}} = \beta'_{\text{нк}} \cdot \beta'_{\text{обр}} = 0,987350 \cdot 0,993223 = 0,980659$$

Допустимая достоверность информации:

$$B^{\text{дон}} = \ell^{-\lambda_{\text{дон}} \cdot Q} = \ell^{-0,000001 \cdot 10000} = 0,99005$$

Информационная составляющая надежности:

$$P_u = 1 - (B^{\text{дон}} - B^{\text{ф}}) = 1 - (0,99005 - 0,980659) = 1 - 0,009391 = 0,990609$$

Вопросы для самоконтроля

- 1 Что такое достоверность информации?
- 2 Что такое понятие ошибки при оценке достоверности информации?
- 3 Каковы формы задания распределения случайных величин при исследовании достоверности?
- 4 Какие модели достоверности информации вы знаете?

5 Какие виды контроля, используемые для повышения достоверности вы знаете?

6 Каковы исходные данные, необходимые для оценки достоверности результатной информации однофункциональной ВС?

7 В чем заключается состав работ, выполняемых при оценке достоверности информации однофункциональной ВС?

Практическая работа 3

Оценка достоверности результатной информации, формируемой в процессе функционирования вычислительной системы

Цель работы: развить практические навыки моделирования и оценки достоверности результатной информации, формируемой в процессе функционирования вычислительной системы.

Материалы и оборудование: персональный компьютер типа IBM

Ход работы

1 Провести анализ заданной совокупности вариантов процесса обработки информации при решении некоторой экономической задачи.

2 Разработать математическую модель, отражающую процесс обработки информации с целью оценки достоверности формируемых наборов данных.

3 Оценить вероятность искажения информации для каждого варианта.

4 Разработать программу реализации расчетов.

5 Расчитать показатели достоверности для трех вариантов контроля, указанных в исходных данных и выбрать наиболее рациональный.

При выполнении работы принимаются следующие допущения: возможность аппроксимации действующих распределений экспоненциальным законом; интенсивность сбоев берется на порядок выше интенсивности отказов соответствующих технических средств; отказы тех-

нических средств не влияют на достоверность информации; допустимость абстрагирования от семантических и прагматических аспектов обрабатываемой информации; вероятность признания используемыми средствами контроля наличия ошибки, когда ее фактически нет (близка к 0); каждый сбой приводит к искажению обрабатываемой информации; для упрощения расчетов достоверность исходной информации принимается равной 1; вероятность сбоев технических средств подготовки данных учтена при оценке интенсивности потока ошибок, который рассматривается как простейший пуассоновский поток.

В качестве исходных данных используются характеристики технологического процесса решения экономической задачи, рассмотренной в предыдущей лабораторной работе. Данный процесс включает следующие основные операции: перенос информации на магнитную ленту с самоконтролем оператора, ввод в память машины, синтаксический контроль, расчет и вывод результатной информации.

Синтаксический контроль может быть реализован одной из трех программ, характеристики которых приведены в таблице 3.5.

Таблица 3.5 – Виды программ, используемых при программном контроле

Идентификатор программы	Вероятность обнаружения ошибки (K^{00})	Увеличение процессорного времени (%)
1	2	3
КОН1	0.8	10
КОН2	0.9	20
КОН3	0.9999	30

Интенсивность ошибок при ручном вводе информации $\lambda = 10^{-4}$ (1/знак). Вероятность обнаружения ошибки при самоконтроле оператора (K доп.⁰⁰ сам.) принимается равной 0.8. Допустимая интенсивность ошибок для результатного набора данных λ и $\mu = 10^{-6}$ (1/знак). Вероятности сбоев технических средств приведены в таблице 3.6, другая необходимая информативно-справочная информация берется из учебного пособия.

Таблица 3.6 – Вероятности сбоев технических средств

Наименование устройства	Интенсивность отказов(1/ч)	Интенсивность восстановлений (1/ч)	Производительность
1	2	3	4
ЭВМ	0.0034	1	1000000 опер/сек
УПДМЛ	0.005	1	15 кол/сек
НМД	0.0018	2	800 Кбайт/сек
УУНМД	0.001	0.5	8 накопителей
НМЛ	0.0025	1	64000 строк/сек
УУНМЛ	0.002	2	8 накопителей
Шина	0.001	2	600 Кбайт/сек
Процессор	0.001	0.5	100 тыс.опер/сек
Принтер	0.0014	0.2	60 строк/сек

Основные типы моделей, на базе которых может быть сконструирована модель, отображающая рассматриваемый в работе процесс обработки информации, приведены в таблице 3.7.

Таблица 3.7 – Основные типы моделей

№ п/п	Характеристика процесса, отображаемого моделью	Математическая модель
1	2	3
1	Отдельная операция, выполняемая с использованием некоторого технического средства, характеризующегося интенсивностью сбоев λ_c , в течение времени t (без контроля)	$B' = e^{-\lambda_c * t}$, где B' - вероятность неискажения информации
2	Отдельная операция подготовки информации на машинном носителе - (без контроля)	$B' = e^{-\lambda_u * Q}$, где Q объем информации в знаках

Продолжение таблицы 3.7

1	2	3
3	Процесс обработки информации, операции которого не включают послеоперационных видов контроля	$V' = \prod_{i=1}^n V^i$, где V' - вероятность неискажения информации после реализации i операций ее обработки
4	Отдельная операция с внутриоперационным контролем	$V' = V / t * V^0 * K^{00}$, где K^{00} - вероятность обнаружения ошибки в процессе контроля
№ п/п	Характеристика процесса, отображаемого моделью	Математическая модель
5	Процесс обработки информации, содержащий операцию с послеоперационным контролем	$V' = \prod_{i \in I} V^i / 1 - K^{00} (1 - \prod_{i \in I} V^i)$ - где I – подмножество операций, на которое распространяется послеоперационный контроль

Пример программы, написанной на языке ПАСКАЛЬ

```

program LW3;
uses graph, crt;
const
    vi:array[1..3] of integer=(98,90,70);
    KO:array[1..3] of real=(0.8,0.9,0.9999);
var
    B1sn,Pi,Bf,B1pk:array[1..3] of real;

KOs,KOv,l,lrych,ldop,ttp,ttp,tpf,b1s,bOs:real;
d:char;
j,i,Q,Q1,Q2:integer;
begin
    clrscr;
    for i:=1 to 3 do
    begin
        Pi[i]:=0; Bf[i]:=0;
        b1pk[i]:=0; b1sn[i]:=0;
    
```

```

        end;{for i}
Q1:=1400;Q2:=3200;Q:=(Q1+Q2)*7;

KOs:=0.8;KOv:=0.99999;lrych:=0.001;l:=0.034;ldop:=
0.000001;
    B1s:=0.999;BOs:=0.001;B1pf:=1;
    tpf:=1.54;tp:=0.1244;tp:=3.1929;
    for i:=1 to Q do B1pf:=(B1s/(1-
BOs*KOs))*B1pf;
        write('Достоверность информации при переносе
на машинный');
        writeln(' носитель B=',B1pf:6:5);
        B1k:=B1pf;
        writeln('Вероятность неискажения инф при
наборе B=',B1k);
        B1cp:=(B1pf*B1k)/(1-KOv*(1-B1pf*B1k));
        writeln('Достоверность инф после контроля
перфорации B=',B1cp);
        B1vm:=exp(-lrych*tpf);
        writeln('Достоверность инф после ввода в ма-
шину B=',B1vm);
        for i:=1 to 3 do
            B1sn[i]:=exp(-
1*((2*500+2*1260)/3600)*vi[i]/100);
            for i:=3 downto 1 do
                begin
                    write('Достоверность инф при синтаксическом
контроле(с пом');
                    writeln(i,' программы) B=',B1sn[i]:5:4);
                end;
            for i:=1 to 3 do
                begin
                    B1pk[i]:=B1vm*B1sn[i]*B1cp/(1-KO[i]*(1-
B1vm*B1sn[i]*B1cp));
                    write('Достоверность инф после кон-
троля(',i,'-й контроль ');
                    writeln('B=',B1pk[i]:6:5);
                end;{for i}
            B1r:=exp(-l*tp);

```

```

        writeln('Достоверность инф после расчета
B=',B1r:6:5);
        B1pr:=exp(-1*tp);
        writeln('Достоверность инф после печати
B=',B1pr:6:5);
        B1rp:=B1r*B1pr;
        writeln('Достоверность инф после расчета и
печати B=',B1rp);
        for i:=1 to 3 do
        begin
            Bf[i]:=B1pk[i]*B1rp;
            write('Расчет фактической достоверно-
сти(',i,'-й контроль');
            writeln(' B=',Bf[i]:6:5);
        end;{for i}
        Bdop:=exp(-ldop*Q);
        writeln('Расчет допустимой достоверности
B=',Bdop:6:5);
        writeln('Расчет информационной составляющей
надежности :);
        for i:=1 to 3 do
        begin
            Pi[i]:=1-(Bdop-Bf[i]);
            writeln('      при ',i,'-м конторле
P=',P[i]:6:5);
        end;{for i}
        d:=readkey;
        end.

```

Тема 4 Расчет адаптивной надежности вычислительной системы

- 1 Понятие адаптивности вычислительной системы
- 2 Классификация адаптивных свойств
- 3 Интегральная оценка адаптивности вычислительной системы

Основные понятия по теме

Информационная система характеризуется некоторым уровнем вариабельности (изменчивости), который может быть оценен коэффициентом вариабельности:

$$K^B = \frac{P^B}{P^B + C^B} \quad (4.1),$$

где P^B - количество параметров ЭИС, то есть характеристик, сохраняющих свое постоянное значение лишь в заданных условиях (время, объект, исходные данные, техника и т.д.);

C^B - количество стабильных характеристик ЭИС, не изменяющихся с течением времени.

Для обеспечения оптимального уровня эффективности надежности ВС коэффициент K^B ЭИС должен быть равен коэффициенту адаптивности используемой ВС

$$K^A = \frac{P^C}{P^C + C^C} \quad (4.2),$$

где P^C – количество параметров ВС;

C^C – количество стабильных характеристик ВС.

Под адаптивными свойствами понимаются такие свойства ВС, которые позволяют оперативно (без существенных затрат) модернизировать функционирующую систему в соответствии с изменениями организационной структуры, методом управления, вычислительной техники и т.д.

При разработке ВС в общем случае целесообразно руководствоваться следующими требованиями:

- система должна быть инвариантна к типу и количеству применяемых технических средств (АС-ТС);
- система должна иметь возможность настаиваться на внешнюю и внутримашинную информационную среду, включая параметры информационных потоков (АС-ИС);

- система должна адаптироваться к изменению реализуемых ею экономико-организационных моделей (АС-ЭОМ);
- система должна иметь возможность настройки на программную среду (АС-ПО);
- система должна иметь средства адаптации технической документации (АС-ТД).

В соответствии с данными требованиями верхние уровни иерархической классификации адаптивных свойств (АС) ВС могут быть представлены следующим образом:

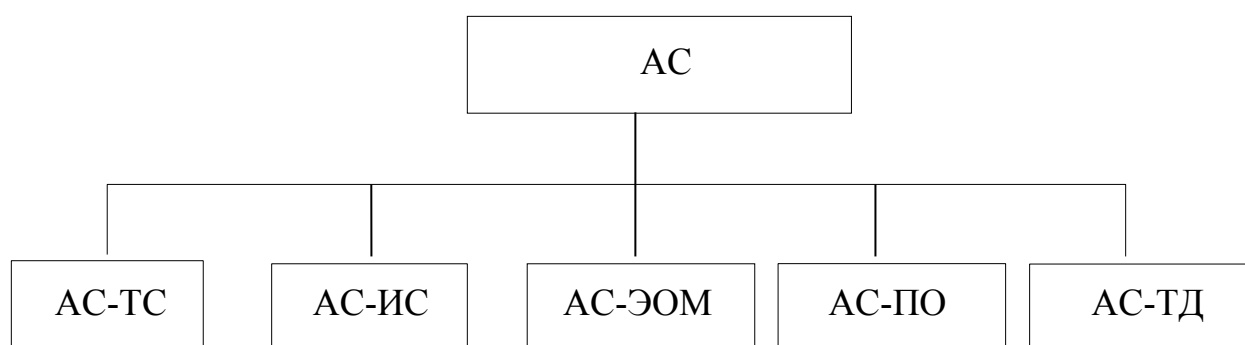


Рисунок 4.1 – Классификация адаптивных свойств ВС

Необходимо учитывать, что чем больше адаптивных свойств реализует ВС, тем более трудоемка её модернизация (то есть меньше μ_ϕ).

Каждая из вершин рассматриваемого графа (рисунки 4.1 и 4.2) представляет адаптивное свойство того или иного уровня в классификационной иерархии, корень графа – полное множество адаптивных свойств. Множество дуг графа является отображением разбиения отдельных подмножеств адаптивных свойств на подмножества иерархически более низкого уровня (ранга) или элементарные адаптивные свойства, т.е. такие, которые не являются совокупностью двух или более других адаптивных свойств.

Для оценки степени адаптивности систем введем следующее требование: если каждому из подмножеств a_i , $i = \overline{1, N}$, полученных при разделении исходного множества A , присвоить некоторый весовой коэффициент V_i , то всегда должно выполняться условие $\sum_{i=1}^N V_i = 1$. Основным

фактором, влияющим на выбор весовых коэффициентов, является частота использования соответствующего адаптивного свойства (при проектировании, функционировании, модернизации). Очевидно, что

определяемые таким образом веса носят экспертный характер. Определим вес j -й вершины (нумерация вершин идет от корня дерева $j=0,1,\dots,k,\dots,m$) по отношению к k -й вершине следующим образом:

$$D_j = \prod_{V_i \in W_{kj}} V_i, \quad (4.3)$$

где D_j – вес вершины a_j ;

W_{kj} – множество дуг, определяющих путь от вершины a_k до вершины a_j .

Предполагается, что $k < j$. Если $k = 0$, т.е. если будем определять веса вершин древовидного графа по отношению к корню, то полученные таким образом веса вершин графа будем называть абсолютными.

Показатель интегральной оценки адаптивности определим следующим образом:

$$D_0 = \sum_{D_j \in W} D_j, \quad (4.4)$$

где W – множество конечных /элементарных/ вершин графа;

D_j – абсолютная оценка j -го адаптивного свойства.

Подставляя формулу (3) в (4), получаем следующее выражение:

$$D_0^{\mathcal{D}} = \sum_{D_j \in W} \prod_{V_i \in W_j} V_i \quad (4.5)$$

Откуда следует, что $\max D_0^{\mathcal{D}} = 1$.

То есть, интегральная оценка, соответствующая графу адаптивных свойств, полученному на основании анализа ЭИС, всегда равна 1. При оценке адаптивности СОД (в общем случае их может быть несколько), используемой при автоматизации функций ЭИС, рассматриваемая оценка будет иметь вид:

$$D^c = \sum_{D_j \in W} \prod_{V_i \in W_j} V_i \cdot h_i, \quad (4.6),$$

где h_i – коэффициент, отражающий степень реализованности адаптивного свойства (если адаптивное свойство a_i реализовано в полном объеме, то $h_i = 1$, если же совсем не реализовано, то $h_i = 0$).

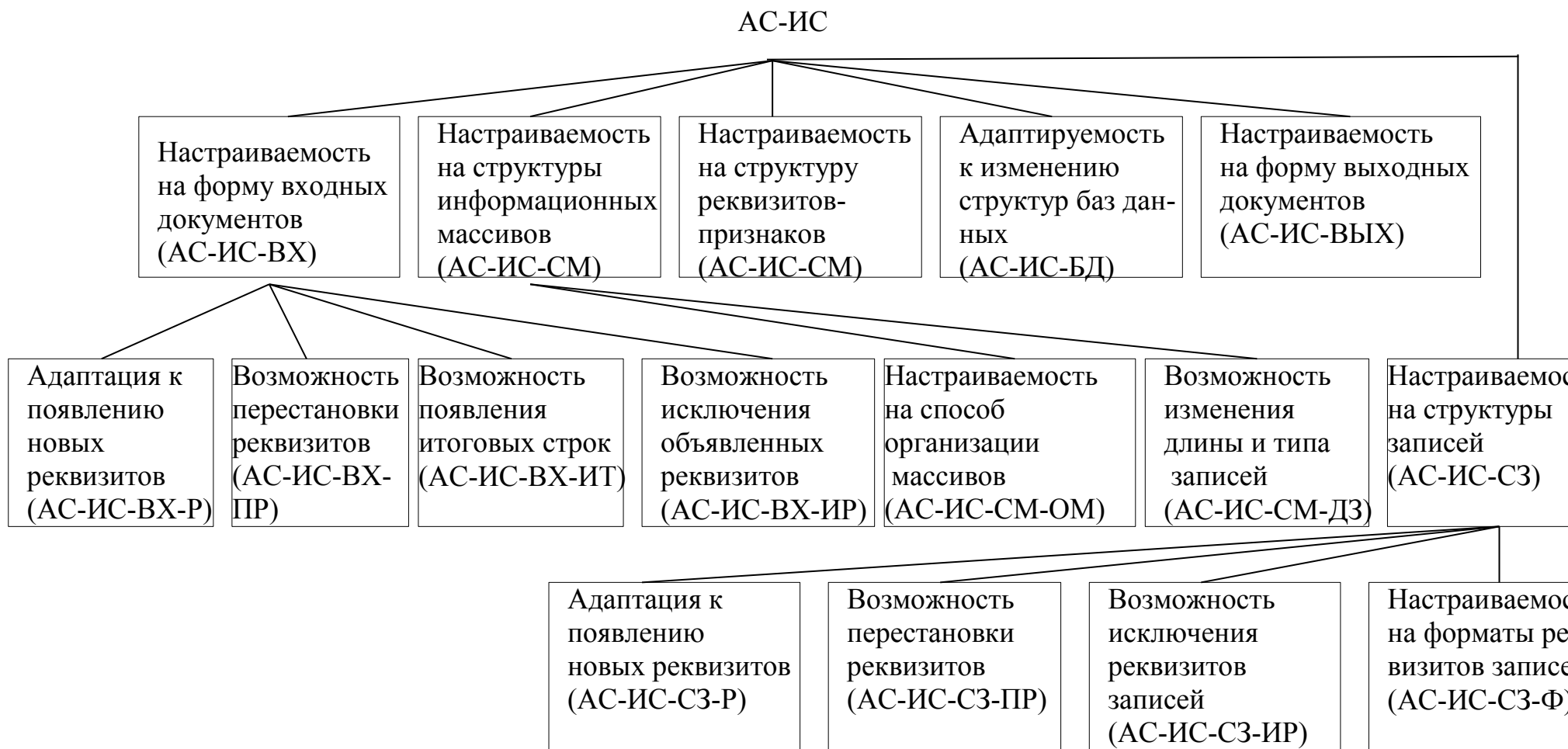


Рисунок 4.2 – Вариабельность информационной среды

То есть интегральная оценка, соответствующая графу адаптивных свойств, полученному на основании анализа ЭИС, всегда равна 1. При оценке адаптивности СОД (в общем случае их может быть несколько), используемой при автоматизации функций ЭИС, рассматриваемая оценка будет иметь вид:

$$D^c = \sum_{D_j \in W} \prod_{V_i \in W_j} V_i \cdot h_i, \quad (4.7)$$

где h_i – коэффициент, отражающий степень реализованности адаптивного свойства (если адаптивное свойство a_i реализовано в полном объеме, то $h_i = 1$, если же совсем не реализовано, то $h_i = 0$).

Пример: Из материалов обследования выявлено, что ВС, реализующая обработку статистической отчетности, должна обладать адаптивными свойствами, состав которых отображен на рисунке 3.

В таблице 4.1 приведены усредненные параметры, характеризующие некоторую типовую задачу, реализуемую системой

Таблица 4.1 – Усредненные параметры типовой задачи

Поправочный коэффициент, учитывающий степень новизны задачи и сложность алгоритма А	1,18
Поправочный коэффициент, учитывающий сложность контроля входной информации В	0,71
Норма времени на рабочее проектирование задачи R	57

Интенсивность внесения изменений в содержание функций, выполняемых ВС, $\lambda_{\phi} = 0,5 \frac{1}{\text{год}}$.

С точки зрения выполняемых функций для реализации рассматриваемой ВС могут быть использованы ППП1 или ППП2.

Результаты анализа данных пакетов (значение h_i) приведены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Результаты анализа данных пакетов ППП1 и ППП2

$\begin{matrix} i \\ h_i \end{matrix}$	4	5	6	7	8	9	10
ППП1	0,8	0,9	0,5	0	0,5	0,8	0,8
ППП2	0,9	1	0,7	0,5	0,8	0,6	0,9

Значение поправочных коэффициентов, учитывающих уменьшение трудоемкости программирования при использовании ППП1 и ППП2 соответственно равны $g_1=0,7$ и $g_2=0,6$.

Требуется выбрать ППП на основе интегральной оценке адаптивности ППП1 и ППП2. Для выбранного ППП определить значение коэффициента функциональной готовности.

Решение. На основе значений весовых коэффициентов, характеризующих дуги графа, изображенного на рисунке 4.3, определяем абсолютные веса D_j^A вершин $\alpha_4 \div \alpha_{13}$.

$$D_4^A = V_1 V_4 = 0,3 \cdot 0,33 = 0,099$$

$$D_5^A = V_1 V_5 = 0,3 \cdot 0,33 = 0,099$$

$$D_6^A = 0,1 \cdot 0,33 = 0,033$$

$$D_7^A = 0,3 \cdot 0,33 = 0,099$$

$$D_8^A = 0,4 \cdot 0,33 = 0,132$$

$$D_9^A = 0,6 \cdot 0,33 = 0,198$$

$$D_{10}^A = 0,3 \cdot 0,34 = 0,102$$

$$D_{11}^A = 0,3 \cdot 0,34 = 0,102$$

$$D_{12}^A = 0,1 \cdot 0,34 = 0,034$$

$$D_{13}^A = 0,3 \cdot 0,34 = 0,102$$

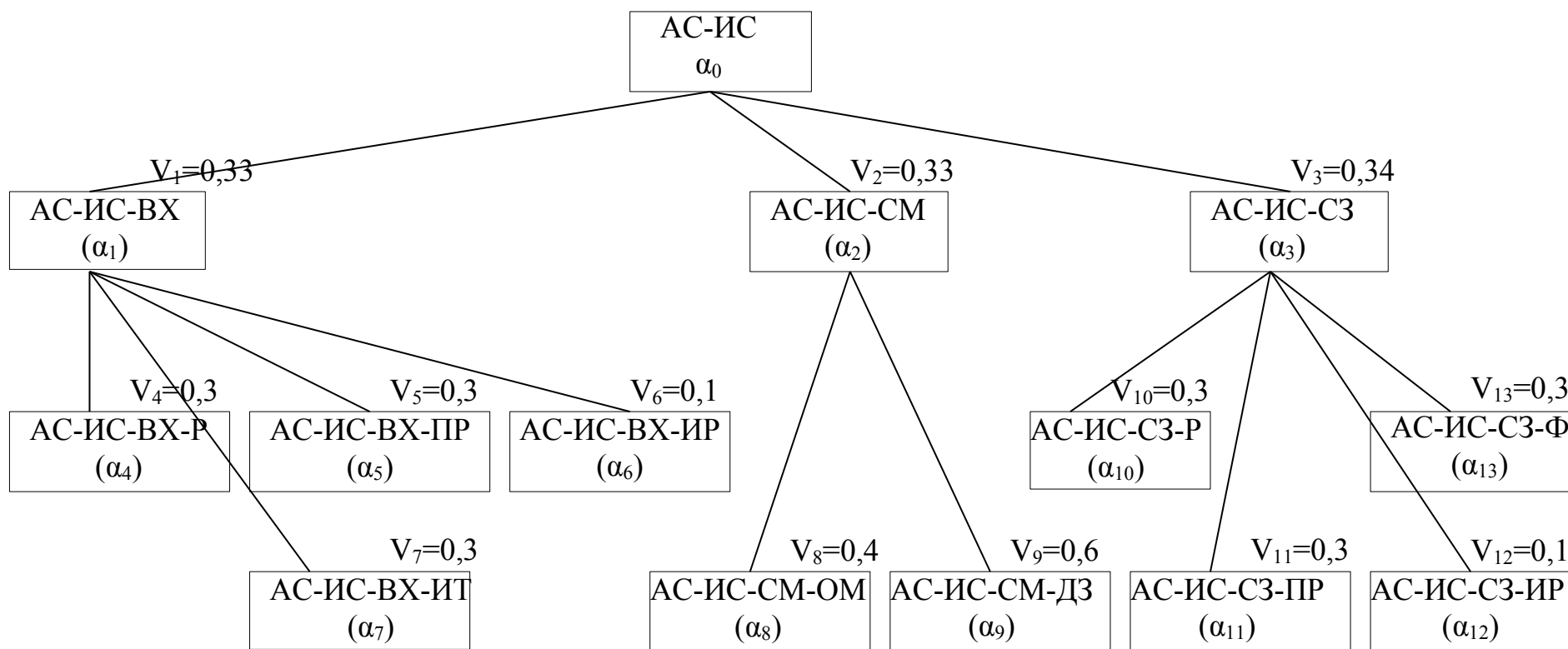


Рисунок 4.3 – Пример размеченного графа адаптивных свойств

На основании полученных результатов и данных таблицы 4.2 в соответствии с формулой (6) определяем фактическую интегральную оценку адаптивности ППП1 $(D_{ППП1}^{\Phi})$ и ППП2 $(D_{ППП2}^{\Phi})$.

$$D_{ППП1}^{\Phi} = \sum_{j=4}^B D_j^A \cdot h_j^{ППП1} = 0,69156$$

$$D_{ППП2}^{\Phi} = \sum_{j=4}^B D_j^A \cdot h_j^{ППП2} = 0,7537$$

То есть адаптивные свойства ППП2 в большей степени соответствует требованиям, предъявляемым к рассматриваемой ВС.

Используя данные таблицы 4.1 и заданные значения поправочного коэффициента g_2 , рассчитываем ориентировочную трудоемкость изменения программного обеспечения (T_n) при функциональных отказах:

$$T_m = g_2 \cdot A \cdot B \cdot R = 20,29 \text{ чел. дня}$$

Для учета работ не связанных непосредственно с разработкой программ введем поправочный коэффициент $k=2$. Тогда средняя трудоемкость модернизации одной задачи в случае использования ППП2 равна

$$\overline{T}_m = 41 \text{ чел. день} = 0.11 \text{ чел. года}$$

Исходя из предположения, что модернизация начинается сразу после функции отказа и осуществляется одним человеком, коэффициент функции готовности задачи, реализуемой рассматриваемой ВС, будет равен

$$K_{\phi} = \frac{\mu_{\phi}}{\lambda_{\phi} + \mu_{\phi}} = \frac{1 / \overline{T}_m}{\lambda_{\phi} + 1 / \overline{T}_m} = \frac{9,09}{0,5 + 9,09} = 0.95$$

Полной называют такую профилактику, которая полностью восстанавливает надёжностные свойства изделия, возвращая его к такому состоянию, которое оно имело в момент начала эксплуатации.

Идеальной называют такую профилактику, продолжительность которой равна нулю (профилактика производится практически мгновенно, не прерывая заметным образом функционирования изделия).

Вопросы для самоконтроля

- 1 Что такое адаптивная надёжность ВС?
- 2 В чем заключается методика оценки адаптивной составляющей надёжности?
- 3 Что такое коэффициент адаптивной надёжности?

- 4 Что такое отказ при оценке адаптивной надежности?
- 5 Что такое интенсивность отказов?
- 6 Что такое интенсивность восстановлений?
- 7 Каково влияние величины времени восстановления работоспособности на адаптивной составляющую ее надежности?

Практическая работа 4

Оценка адаптивной надежности допустимых вариантов организации вычислительной системы

Ход работы

1. Изучить унифицированную модель оценки адаптивной составляющей ВС (таблица 4.3).
2. Используя данные таблицы 4.1, предложить один из возможных вариантов организации ВС. Блоки, входящие в систему могут создаваться с использованием различных методов проектирования.
3. Рассчитать параметры очередного варианта организации ВС.
4. Проанализировать полученные результаты, сформулировать выводы и предложения. В случае необходимости перейти к пункту 2.

Исходные данные:

- 1 Создаваемая система должна состоять из четырех блоков:
 - формирование блоков наборов данных (блок 1);
 - совместная обработка наборов данных (блок 2);
 - логико-арифметические преобразования данных (блок 3);
 - отображение результатов (блок 4).
- 2 Информация о потерях вследствие одного отказа ВС приведена в таблице 4.2.
- 3 Данные о количестве прогонов задачи в течение года приведены в таблице 4.4.
- 4 Описание унифицированной модели оценки адаптивной составляющей надежности приведено в таблице 4.3.

Таблица 4.1 – Параметры блоков вычислительной системы

Метод проектирования	Блоки ВС	Наименование параметров блоков ВС				
		Приведенные затраты на создание руб.	Годовые затраты на функционирование руб.	Затраты на единичную модернизацию руб.	Интенсивность отказов функциональной части руб.	Интенсивность восстановлений 1/год
1	2	3	4	5	6	7
ИПР1	Блок 1	200	100	1000	1	1/0.25
ИПР2	Блок 2	100	50	500	0.5	1/0.125
ИПР3	Блок 3	80	20	400	0.3	1/0.1
	Блок 4	100	80	500	0.6	1/0.125
	Блок 1	150	160	750	1	1/0.19
ППП	Блок 2	80	90	400	0.5	1/0.1
ОН	Блок 3	60	30	300	0.3	1/0.075
	Блок 4	50	90	250	0.6	1/0.0625
	Блок 1	100	120	500	1	1/0.125
ППП	Блок 2	50	70	250	0.5	1/0.0625
ФН	Блок 3	50	25	250	0.3	1/0.0625
	Блок 4	20	85	100	0.6	1/0.025

Таблица 4.2 – Информация о потерях вследствие одного отказа ВС

№ варианта (младший разряд)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Уменьшение годовой прибыли вследствие одного отказа ВС, руб.	3000	2700	2800	2000	1500	1600	1100	2900	2100	1000

Таблица 4.3 – Описание унифицированной модели оценки адаптивной составляющей надежности ВС

Идентификаторы параметров	Наименование параметров	Алгоритм расчетов значений параметров
1	2	3
	Параметры СОД	
C1	Коэффициент адаптивности СОД	$C9 * C15 * C21 * C27$
C2	Среднегодовые потери прибыли вследствие отказов функциональной части СОД, руб.	$(1 - C1) * C7 * C8$
C3	Приведенные затраты на создание, функционирование и модернизацию, всего	$C4 + C5 + C6$
	В том числе:	
C4	- на создание	$C10 + C16 + C22 + C28$
C5	- на функционирование	$C11 + C17 + C23 + C29$
C6	- на модернизацию	$C12 * C13 * C18 * C19 + C24 * C25 + C30 * C31$
C7	Уменьшение годовой прибыли вследствие одного отказа СОД руб.	
C8	Среднее количество решений задачи в год	12
	Параметры блока 1	
C9	Коэффициент адаптивности	$IF(AND(C13 < 0, C14 < 0), C14 / (C13 + C14), 1)$
C10	Приведенные затраты на создание	
C11	Годовые затраты на функционирование	
C12	Затраты на единовременную модернизацию	

Продолжение таблицы 4.3

1	2	3
C13	Интенсивность отказов функциональной части	
C14	Интенсивность восстановлений	
	Параметры блока 2	
C15	Коэффициент адаптивности	$\text{IF}(\text{AND}(\text{C19} < 0, \text{C20} < 0), \text{C20}/(\text{C19} + \text{C20}), 1)$
C16	Приведенные затраты на создание	
C17	Годовые затраты на функционирование	
C18	Затраты на единовременную модернизацию	
C19	Интенсивность отказов функциональной части	
C20	Интенсивность восстановлений	
	Параметры блока 3	
C21	Коэффициент адаптивности	$\text{IF}(\text{AND}(\text{C25} < 0, \text{C26} < 0), \text{C26}/(\text{C25} + \text{C26}), 1)$
C22	Приведенные затраты на создание	
C23	Годовые затраты на функционирование	
C24	Затраты на единовременную модернизацию	
C25	Интенсивность отказов функциональной части	
C26	Интенсивность восстановлений	
	Параметры блока 4	
C27	Коэффициент адаптивности	$\text{IF}(\text{AND}(\text{C31} < 0, \text{C32} < 0), \text{C32}/(\text{C31} + \text{C32}), 1)$
C28	Приведенные затраты на создание	

Продолжение таблицы 4.3

1	2	3
C29	Годовые затраты на функционирование	
C30	Затраты на единовременную модернизацию	
C31	Интенсивность отказов функциональной части	
C32	Интенсивность восстановлений	

Таблица 4.4 – Количестве прогонов задачи в течение года

№ варианта (старшие разряды)	Количество прогонов в течение года
10	36
11	12
12	36
20	12
21	12
22	36
30	12
31	12
32	12
40	36
41	36
42	12
50	12
51	12
52	12
60	12
61	12
62	12
70	12
71	12
72	12

80	12
----	----

Продолжение таблицы 4.4

81	12
82	12

Пример программы, написанной на языке ПАСКАЛЬ

```

program lab4;
uses crt;
const
  str:array[1..6] of string[80]=
    ('Коэффициент адаптивности
= ',
    'Приведенные затраты на создание
= ',
    'Годовые затраты на функционирование
= ',
    'Затраты на единовременную модернизацию
= ',
    'Интенсивность отказов функциональной части
= ',
    'Интенсивность восстановлений
= ');

var
  c:array[1..32] of real;
  d:char;
  i:integer;
BEGIN
  clrscr;
  c[7]:=1600;c[8]:=12;
  c[10]:=150;c[16]:=80;c[22]:=60;c[28]:=50;
  c[11]:=160;c[17]:=90;c[23]:=30;c[29]:=90;
  c[12]:=750;c[18]:=400;c[24]:=300;c[30]:=250;
  c[13]:=1;c[19]:=0.5;c[25]:=0.3;c[31]:=0.6;

```

```

c[14]:=1/0.19;c[20]:=1/0.1;c[26]:=1/0.075;c[32]:=1/0.0625;
    c[9]:=c[14]/(c[13]+c[14]);
    c[15]:=c[20]/(c[19]+c[20]);
    c[21]:=c[26]/(c[25]+c[26]);
    c[27]:=c[32]/(c[31]+c[32]);
    c[1]:=c[9]*c[15]*c[21]*c[27];
    c[2]:=(1-c[1])*c[7]*c[8];
    c[4]:=c[10]+c[16]+c[22]+c[28];
    c[5]:=c[11]+c[17]+c[23]+c[29];

c[6]:=c[12]*c[13]*c[18]*c[19]+c[24]*c[25]+c[30]*c[31];
    c[3]:=c[4]+c[5]+c[6];
    writeln('Параметры блока:');
    writeln;
    writeln('Коэффициент адаптивности СОД
= ',c[1]:7:6);
    writeln('Среднегодовые потери прибыли вследствие');
    writeln('отказов функциональной части СОД,
руб. = ',c[2]:7:6);
    writeln('Приведенные затраты на создание, ');
    writeln('функционирование и модернизацию
= ',c[3]:7:6);
    writeln;
    writeln('В том числе :');
    writeln;
    writeln(' - на создание           =
',c[4]:7:6);
    writeln(' - на функционирование =
',c[5]:7:6);
    writeln(' - на модернизацию      =
',c[6]:7:6);
    writeln;
    writeln('Уменьшение годовой прибыли вследствие');
    writeln('одного отказа СОД, руб :
',c[7]:7:6);

```

```

        writeln('Среднее количество решений задачи в
год: ',c[8]:7:6);
        d:=readkey;
        clrscr;
        writeln('Параметры блока 1 :');
        writeln;
        for i:=1 to 6 do writeln(str[i],c[i+8]:7:6);
        writeln;
        writeln('Параметры блока 2 :');
        writeln;
        for i:=1 to 6 do writeln(str[i],c[i+14]:7:6);
        writeln;
        d:=readkey;
        clrscr;
        writeln('Параметры блока 3 :');
        writeln;
        for i:=1 to 6 do writeln(str[i],c[i+20]:7:6);
        writeln;
        writeln('Параметры блока 4 :');
        writeln;
        for i:=1 to 6 do writeln(str[i],c[i+26]:7:6);
        d:=readkey;
        END.

```

Тема 5 Расчет эффективной надежности многофункциональной вычислительной системы

- 1 Надежность многофункциональной ВС
2. Надежность многофункциональной ВС
2. Эффективная надежность ВС
- 3 Методика расчета эффективной надежности многофункциональной ВС

Основные понятия по теме

Эффективная надежность ВС определяется средним значением (мат. ожиданием) величины, характеризующей относительный объем и полезность выполняемых системой функций в течение заданного времени по сравнению с её предельными возможностями, и используется при оценке многофункциональных систем.

Число комбинаций состояния системы будет равно $n=2^m$, где m - количество компонентов системы. Появление каждой комбинации, определяющей i - тое состояние системы, выражается вероятностью P_i и характеризуется коэффициентом эффективности E_i .

Для вычисления коэффициента эффективности E_i , рассчитать весовые коэффициенты E_{ij} по каждой частой функции системы с учетом относительной её важности и полезности в общем комплексе всех функций, выполняемых системой. При этом соблюдается условие

$$\sum_{j=1}^m \sum ij = 1,$$

где m – общее число функций, выполняемых системой.

Коэффициент эффективности в этом случае определяется как сумма весовых коэффициентов частных функций, выполняемых системой в i - том состоянии:

$$E_i = \sum_{j=1}^R E_{ij},$$

где R – количество частных функций, выполняемых в i - м состоянии.

Пример.

Пусть задана ВС, реализующая 3 экономические задачи А, Б, С, обеспечивающие годовой экономический эффект $\mathcal{E}_a=4$ тыс. руб., $\mathcal{E}_b=2$ тыс. руб., $\mathcal{E}_c=3$ тыс. руб.

Вероятность безотказной работы системы в течение года при решении данных задач $P_A^C = 0,944$, $P_B^C = 0,947$, $P_C^C = 0,93$.

Определить эффективность надежности. Уточнить получаемый экономический эффект.

Определим коэффициенты эффективности каждой частой задачи

$$\mathfrak{Z}^C = \mathfrak{Z}_A + \mathfrak{Z}_B + \mathfrak{Z}_C = 9 \text{ тыс. руб.}$$

$$E_{i1} = E_A = \frac{\mathfrak{Z}_A}{\mathfrak{Z}_C} = \frac{4}{9} = 0,445$$

$$E_{i2} = E_B = \frac{\mathfrak{Z}_B}{\mathfrak{Z}_C} = \frac{2}{9} = 0,222$$

$$E_{i3} = E_C = \frac{\mathfrak{Z}_C}{\mathfrak{Z}_C} = \frac{3}{9} = 0,333$$

Оценим состояние системы (таблица 5.1):

Таблица 5.1 – Возможные состояния системы

Номер комбинации	Комбинация	Расчетные формулы		
		P_i	$E_i = \sum_{j=1}^R E_{ij}$	$P_i \cdot E_i$
1	2	3	4	5
1	ABC	$P_A \cdot P_B \cdot P_C = 0,83139$	1	0,83139
2	$AB\bar{C}$	$P_A \cdot P_B \cdot (1 - P_C) = 0,062578$	0,667	0,042
3	$A\bar{B}C$	$P_A \cdot (1 - P_B) \cdot P_C = 0,0465298$	0,778	0,0362
4	$A\bar{B}\bar{C}$	$P_A \cdot (1 - P_B) \cdot (1 - P_C) = 0,0035$	0,445	0,00156
5	$\bar{A}BC$	$(1 - P_A) \cdot P_B \cdot P_C = 0,04932$	0,555	0,0247
6	$\bar{A}B\bar{C}$	$(1 - P_A) \cdot P_B \cdot (1 - P_C) = 0,003712$	0,222	0,000824
7	$\bar{A}\bar{B}C$	$(1 - P_A) \cdot (1 - P_B) \cdot P_C = 0,00276$	0,333	0,000919
8	$\bar{A}\bar{B}\bar{C}$	$(1 - P_A) \cdot (1 - P_B) \cdot (1 - P_C) = 0,0002$	∅	∅

Вычислим эффективность надежности системы:

$$P_C = \sum_{i=1}^8 P_i E_i = 0,94$$

Вычислим реальный эффект*

$$\mathfrak{Z}_p = \mathfrak{Z}^C \cdot P_C = 9 \cdot 0,94 = 8,46 \text{ тыс. руб.}$$

Вопросы для самоконтроля

- 1 Что такое надежность многофункциональной ВС?
- 2 Что такое эффективная надежность ВС?
- 3 Какова методика расчета эффективной надежности многофункциональной ВС?

Практическая работа 5

Расчет эффективности многофункциональной вычислительной системы

Цель лабораторной работы: изучение основных приемов расчета эффективной надежности многофункциональной ВС.

Материалы и оборудование: персональный компьютер типа IBM.

Ход работы

- 1 Разработать программу расчета.
- 2 Рассчитать эффективную надежность системы обработки информации.

Исходные данные:

1 На предприятии функционирует ВС, реализующая три экономические задачи (Z_1, Z_2, Z_3). Экономический эффект, получаемый при их решении представлен в таблице 5.1 в млн. руб.

Таблица 5.1 – Экономический эффект, получаемый при решении экономических задач

N	Z01	Z02	Z03
1	2	3	4
0	15	6	9
1	6	21	3
2	9	12	9

Примечание: номер варианта соответствует старшему разряду порядкового номера студента в журнале.

- 4 Вероятности безотказной работы системы при решении данных задач приведены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Вероятности безотказной работы системы

N	Z01	Z02	Z03
1	2	3	4
0	0.55	0.88	0.65
1	0.76	0.87	0.97
2	0.57	0.76	0.96
3	0.61	0.95	0.88
4	0.89	0.67	0.74
5	0.91	0.74	0.93
6	0.70	0.80	0.89
7	0.75	0.85	0.90
8	0.66	0.77	0.81
9	0.73	0.84	0.95

Примечание к таблице 5.2: номер варианта соответствует младшему разряду порядкового номера студента в журнале.

3 Задача Z01 решается на основании данных, полученных при решении задачи Z02.

Литература

- 1 Автомян, И.О. Надежность автоматизированных систем управления / И.О. Автомян, А.С Вайразян. – М.: Высшая школа, 1989–287с.
- 2 Бобков, В.П. Эффективность и надежность систем машинной обработки экономической информации / В.П. Бобков. – М: МЭСИ, 1994 – 130с.
- 3 Воронов, А.А. Аналитические методы выбора технических средств АСУ/ А.А. Воронов, О.В. Чистяков. – М.: Наука, 1996-355с.
- 4 Голинкевич, Т.А. Прикладная теория надежности / Т.А Голинкевич. – М.: Высшая школа, 1997. –160 с.
- 5 Шураков, В.В. Надежность программного обеспечения систем обработки данных / В.В. Шураков. - М.: Статистика, 1981–216с.
- 6 Заренин, О.Г. Надежность и эффективность АСУ / О.Г. Заренин. Киев: Техника, 1995–368с

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические указания

по организации и проведению самостоятельной работы
по дисциплине

«Тестирование и контроль качества интеллектуальных систем»

для студентов направления подготовки

09.03.02 «Информационные системы и технологии»

направленность (профиль)

**«Прикладное программирование в интеллектуальных информацион-
ных системах»**

Ставрополь, 2026

1. Общие положения

Самостоятельная работа – планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное (аудиторное) время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия (при частичном непосредственном участии преподавателя, оставляющем ведущую роль за работой студентов).

Самостоятельная работа студентов (СРС) в ВУЗе является важным видом учебной и научной деятельности студента. Самостоятельная работа студентов играет значительную роль в рейтинговой технологии обучения.

К основным видам самостоятельной работы студентов относятся:

- формирование и усвоение содержания конспекта лекций на базе рекомендованной лектором учебной литературы, включая информационные образовательные ресурсы (электронные учебники, электронные библиотеки и др.);
- написание докладов;
- подготовка к семинарам, практическим и лабораторным работам, их оформление;
- составление аннотированного списка статей из соответствующих журналов по отраслям знаний (педагогических, психологических, методических и др.);
- выполнение учебно-исследовательских работ, проектная деятельность;
- подготовка практических разработок и рекомендаций по решению проблемной ситуации;
- выполнение домашних заданий в виде решения отдельных задач, проведения типовых расчетов, расчетно-компьютерных и индивидуальных работ по отдельным разделам содержания дисциплин и т.д.;
- компьютерный текущий самоконтроль и контроль успеваемости на базе электронных обучающих и аттестующих тестов;
- выполнение курсовых работ (проектов) в рамках дисциплин;
- выполнение выпускной квалификационной работы и др.

Методика организации самостоятельной работы студентов зависит от структуры, характера и особенностей изучаемой дисциплины, объема часов на ее изучение, вида заданий для самостоятельной работы студентов, индивидуальных качеств студентов и условий учебной деятельности.

Процесс организации самостоятельной работы студентов включает в себя следующие этапы:

- подготовительный (определение целей, составление программы, подготовка методического обеспечения, подготовка оборудования);
- основной (реализация программы, использование приемов поиска информации, усвоения, переработки, применения, передачи знаний, фиксирование результатов, самоорганизация процесса работы);
- заключительный (оценка значимости и анализ результатов, их систематизация, оценка эффективности программы и приемов работы, выводы о направлениях оптимизации труда).

Самостоятельная работа по дисциплине «Тестирование и контроль качества интеллектуальных систем» направлена на формирование следующих **компетенций**:

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора
-------------------------------	------------------------------

ПК-3 Способен использовать интеллектуальные модели при решении задач профессиональной деятельности	ПК-3 _{ид-3.1} – Демонстрирует знания теоретических основ функционирования интеллектуальных моделей и особенности их обучения и оптимизации
	ПК-3 _{ид-3.2} – Анализирует и применяет интеллектуальные методы согласно решаемой задаче
	ПК-3 _{ид-3.3} – Применяет инструментальные средства визуализации данных, в том числе больших данных
	ПК-3 _{ид-3.4} – Умеет настраивать параметры и гиперпараметры интеллектуальных моделей для достижения высокой эффективности обучения и функционирования
	ПК-3 _{ид-3.5} – Применяет инструментальные средства интеллектуальной обработки данных различной природы (текстовые, изображения, видео, аудио)
ПК-4 Способен анализировать предметную область и обосновывать эффективность применения интеллектуальных моделей различного типа	ПК-4 _{ид-4.1} – Демонстрирует знания в области теории функционирования обучаемых алгоритмов и интеллектуальных моделей
	ПК-4 _{ид-4.2} – Демонстрирует знание стандартов оценки качества систем искусственного интеллекта
	ПК-4 _{ид-4.3} – Осуществляет обоснованный отбор моделей искусственного интеллекта для решения профессиональных задач

2. Цель и задачи самостоятельной работы

Ведущая цель организации и осуществления СРС совпадает с целью обучения студента – формирование набора общенаучных, профессиональных и специальных компетенций будущего бакалавра по соответствующему направлению подготовки

При организации СРС важным и необходимым условием становятся формирование умения самостоятельной работы для приобретения знаний, навыков и возможности организации учебной и научной деятельности. Целью самостоятельной работы студентов является овладение фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности по профилю, опытом творческой, исследовательской деятельности. Самостоятельная работа студентов способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня.

Задачами СРС являются:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;

- формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий на семинарах, на практических и лабораторных занятиях, при написании курсовых и выпускной квалификационной работ, для эффективной подготовки к итоговым зачетам и экзаменам.

3. Технологическая карта самостоятельной работы студента

Коды реализуемых компетенций	Вид деятельности студентов	Средства и технологии оценки	Объем часов, в том числе (акад.)		
			СРС	Контактная работа с преподавателем	Всего
7 семестр					
ПК-3, ПК-4	Самостоятельное изучение литературы и источников	Собеседование	6	2	8
ПК-3, ПК-4	Подготовка к лабораторным занятиям	Защита ЛР	48	16	64
Итого за 7 семестр			52	18	72
Итого			52	18	

4. Порядок выполнения самостоятельной работы студентом

4.1. Методические рекомендации по работе с учебной литературой

При работе с книгой необходимо подобрать литературу, научиться правильно ее читать, вести записи. Для подбора литературы в библиотеке используются алфавитный и систематический каталоги.

Важно помнить, что рациональные навыки работы с книгой - это всегда большая экономия времени и сил.

Правильный подбор учебников рекомендуется преподавателем, читающим лекционный курс. Необходимая литература может быть также указана в методических разработках по данному курсу.

Изучая материал по учебнику, следует переходить к следующему вопросу только после правильного уяснения предыдущего, описывая на бумаге все выкладки и вычисления (в том числе те, которые в учебнике опущены или на лекции даны для самостоятельного вывода).

При изучении любой дисциплины большую и важную роль играет самостоятельная индивидуальная работа.

Особое внимание следует обратить на определение основных понятий курса. Студент должен подробно разбирать примеры, которые поясняют такие определения, и уметь строить аналогичные примеры самостоятельно. Нужно добиваться точного представления о том, что изучаешь. Полезно составлять опорные конспекты. При изучении материала по учебнику полезно в тетради (на специально отведенных полях) дополнять конспект лекций. Там же следует отмечать вопросы, выделенные студентом для консультации с преподавателем.

Выводы, полученные в результате изучения, рекомендуется в конспекте выделять, чтобы они при перечитывании записей лучше запоминались.

Опыт показывает, что многим студентам помогает составление листа опорных сигналов, содержащего важнейшие и наиболее часто употребляемые формулы и понятия. Такой лист помогает запомнить формулы, основные положения лекции, а также может служить постоянным справочником для студента.

Чтение научного текста является частью познавательной деятельности. Ее цель – извлечение из текста необходимой информации. От того, насколько осознанно читающим собственная внутренняя установка при обращении к печатному слову (найти нужные сведения, усвоить информацию полностью или частично, критически проанализировать материал и т.п.) во многом зависит эффективность осуществляемого действия.

Выделяют **четыре основные установки в чтении научного текста**:

информационно-поисковый (задача – найти, выделить искомую информацию)

усваивающая (усилия читателя направлены на то, чтобы как можно полнее осознать и запомнить как сами сведения излагаемые автором, так и всю логику его рассуждений)

аналитико-критическая (читатель стремится критически осмыслить материал, проанализировав его, определив свое отношение к нему)

творческая (создает у читателя готовность в том или ином виде – как отправной пункт для своих рассуждений, как образ для действия по аналогии и т.п. – использовать суждения автора, ход его мыслей, результат наблюдения, разработанную методику, дополнить их, подвергнуть новой проверке).

Основные виды систематизированной записи прочитанного:

Аннотирование – предельно краткое связное описание просмотренной или прочитанной книги (статьи), ее содержания, источников, характера и назначения;

Планирование – краткая логическая организация текста, раскрывающая содержание и структуру изучаемого материала;

Тезирование – лаконичное воспроизведение основных утверждений автора без привлечения фактического материала;

Цитирование – дословное выписывание из текста выдержек, извлечений, наиболее существенно отражающих ту или иную мысль автора;

Конспектирование – краткое и последовательное изложение содержания прочитанного.

Конспект – сложный способ изложения содержания книги или статьи в логической последовательности. Конспект аккумулирует в себе предыдущие виды записи, позволяет всесторонне охватить содержание книги, статьи. Поэтому умение составлять план, тезисы, делать выписки и другие записи определяет и технологию составления конспекта.

Методические рекомендации по составлению конспекта:

1. Внимательно прочитайте текст. Уточните в справочной литературе непонятные слова. При записи не забудьте вынести справочные данные на поля конспекта;

2. Выделите главное, составьте план;
3. Кратко сформулируйте основные положения текста, отметьте аргументацию автора;
4. Законспектируйте материал, четко следуя пунктам плана. При конспектировании старайтесь выразить мысль своими словами. Записи следует вести четко, ясно.
5. Грамотно записывайте цитаты. Цитируя, учитывайте лаконичность, значимость мысли.

В тексте конспекта желательно приводить не только тезисные положения, но и их доказательства. При оформлении конспекта необходимо стремиться к емкости каждого предложения. Мысли автора книги следует излагать кратко, заботясь о стиле и выразительности написанного. Число дополнительных элементов конспекта должно быть логически обоснованным, записи должны распределяться в определенной последовательности, отвечающей логической структуре произведения. Для уточнения и дополнения необходимо оставлять поля.

Овладение навыками конспектирования требует от студента целеустремленности, повседневной самостоятельной работы.

4.2. Методические рекомендации по подготовке к практическим и лабораторным занятиям

Для того чтобы практические и лабораторные занятия приносили максимальную пользу, необходимо помнить, что упражнение и решение задач проводятся по вычитанному на лекциях материалу и связаны, как правило, с детальным разбором отдельных вопросов лекционного курса. Следует подчеркнуть, что только после усвоения лекционного материала с определенной точки зрения (а именно с той, с которой он излагается на лекциях) он будет закрепляться на практических занятиях как в результате обсуждения и анализа лекционного материала, так и с помощью решения проблемных ситуаций, задач. При этих условиях студент не только хорошо усвоит материал, но и научится применять его на практике, а также получит дополнительный стимул (и это очень важно) для активной проработки лекции.

При самостоятельном решении задач нужно обосновывать каждый этап решения, исходя из теоретических положений курса. Если студент видит несколько путей решения проблемы (задачи), то нужно сравнить их и выбрать самый рациональный. Полезно до начала вычислений составить краткий план решения проблемы (задачи). Решение проблемных задач или примеров следует излагать подробно, вычисления располагать в строгом порядке, отделяя вспомогательные вычисления от основных. Решения при необходимости нужно сопровождать комментариями, схемами, чертежами и рисунками.

Следует помнить, что решение каждой учебной задачи должно доводиться до окончательного логического ответа, которого требует условие, и по возможности с выводом. Полученный ответ следует проверить способами, вытекающими из существа данной задачи. Полезно также (если возможно) решать несколькими способами и сравнить полученные результаты. Решение задач данного типа нужно продолжать до приобретения твердых навыков в их решении.

4.3. Методические рекомендации по самопроверке знаний

После изучения определенной темы по записям в конспекте и учебнику, а также решения достаточного количества соответствующих задач на практических занятиях и самостоятельно студенту рекомендуется провести самопроверку усвоенных знаний, ответив на контрольные вопросы по изученной теме.

В случае необходимости нужно еще раз внимательно разобраться в материале.

Иногда недостаточность усвоения того или иного вопроса выясняется только при изучении дальнейшего материала. В этом случае надо вернуться назад и повторить плохо усвоенный материал. Важный критерий усвоения теоретического материала - умение решать задачи или пройти тестирование по пройденному материалу. Однако следует помнить, что правильное решение задачи может получиться в результате применения механически заученных формул без понимания сущности теоретических положений.

4.4. Методические рекомендации по написанию научных текстов (докладов, докладов, эссе, научных статей и т.д.)

Перед тем, как приступить к написанию научного текста, важно разобраться, какова истинная цель вашего научного текста - это поможет вам разумно распределить свои силы и время.

Во-первых, сначала нужно определиться с идеей научного текста, а для этого необходимо научиться либо относиться к разным явлениям и фактам несколько критически (своя идея – как иная точка зрения), либо научиться увлекаться какими-то известными идеями, которые нуждаются в доработке (идея – как оптимистическая позиция и направленность на дальнейшее совершенствование уже известного). Во-вторых, научиться организовывать свое время, ведь, как известно, свободное (от всяких глупостей) время – важнейшее условие настоящего творчества, для него наконец-то появляется время. Иногда именно на организацию такого времени уходит немалая часть сил и талантов.

Писать следует ясно и понятно, стараясь основные положения формулировать четко и недвусмысленно (чтобы и самому понятно было), а также стремясь структурировать свой текст. Каждый раз надо представлять, что ваш текст будет кто-то читать и ему захочется сориентироваться в нем, быстро находить ответы на интересующие вопросы (заодно представьте себя на месте такого человека). Понятно, что работа, написанная «сплошным текстом» (без заголовков, без выделения крупным шрифтом наиболее важным мест и т. п.), у культурного читателя должна вызывать брезгливость и даже жалость к автору (исключения составляют некоторые древние тексты, когда и жанр был иной и к текстам относились иначе, да и самих текстов было гораздо меньше – не то, что в эпоху «информационного взрыва» и соответствующего «информационного мусора»).

Объем текста и различные оформительские требования во многом зависят от принятых в конкретном учебном заведении порядков.

Доклад - это самостоятельное исследование студентом определенной проблемы, комплекса взаимосвязанных вопросов.

Доклад не должна составляться из фрагментов статей, монографий, пособий. Кроме простого изложения фактов и цитат, в доклад е должно проявляться авторское видение проблемы и ее решения.

Рассмотрим основные этапы подготовки
а студентом.

Выполнение доклада начинается с выбора темы.

Затем студент приходит на первую консультацию к руководителю, которая предусматривает:

- обсуждение цели и задач работы, основных моментов избранной темы;
- консультирование по вопросам подбора литературы;
- составление предварительного плана.

Следующим этапом является работа с литературой. Необходимая литература подбирается студентом самостоятельно.

После подбора литературы целесообразно сделать рабочий вариант плана работы. В нем нужно выделить основные вопросы темы и параграфы, раскрывающие их содержание.

Составленный список литературы и предварительный вариант плана уточняются, согласуются на очередной консультации с руководителем.

Затем начинается следующий этап работы - изучение литературы. Только внимательно читая и конспектируя литературу, можно разобраться в основных вопросах темы и подготовиться к самостоятельному (авторскому) изложению содержания доклада. Конспектируя первоисточники, необходимо отразить основную идею автора и его позицию по исследуемому вопросу, выявить проблемы и наметить задачи для дальнейшего изучения данных проблем.

Систематизация и анализ изученной литературы по проблеме исследования позволяют студенту написать работу.

Рабочий вариант текста доклада предоставляется руководителю на проверку. На основе рабочего варианта текста руководитель вместе со студентом обсуждает возможности доработки текста, его оформление. После доработки доклад сдается на кафедру для его оценивания руководителем.

Требования к написанию доклада

Написание 1 доклада является обязательным условием выполнения плана СРС по любой дисциплине профессионального цикла.

Тема доклада может быть выбрана студентом из предложенных в рабочей программе или фонде оценочных средств дисциплины, либо определена самостоятельно, исходя из интересов студента (в рамках изучаемой дисциплины). Выбранную тему необходимо согласовать с преподавателем.

Доклад должен быть написан научным языком.

Объем доклада должен составлять 20-25 стр.

Структура доклада:

- Введение (не более 3-4 страниц). Во введении необходимо обосновать выбор темы, ее актуальность, очертить область исследования, объект исследования, основные цели и задачи исследования.

- Основная часть состоит из 2-3 разделов. В них раскрывается суть исследуемой проблемы, проводится обзор мировой литературы и источников Интернет по предмету исследования, в котором дается характеристика степени разработанности проблемы и авторская аналитическая оценка основных теоретических подходов к ее решению. Изложение материала не должно ограничиваться лишь описательным подходом к раскрытию выбранной темы. Оно также должно содержать собственное видение рассматриваемой проблемы и изложение собственной точки зрения на возможные пути ее решения.

- Заключение (1-2 страницы). В заключении кратко излагаются достигнутые при изучении проблемы цели, перспективы развития исследуемого вопроса

- Список использованной литературы (не меньше 10 источников), в алфавитном порядке, оформленный в соответствии с принятыми правилами. В список использованной литературы рекомендуется включать работы отечественных и зарубежных авторов, в том числе статьи, опубликованные в научных журналах в течение последних 3-х лет и ссылки на ресурсы сети Интернет.

- Приложение (при необходимости).

Требования к оформлению:

- текст с одной стороны листа;
- шрифт Times New Roman;
- кегль шрифта 14;
- межстрочное расстояние 1,5;

- поля: сверху 2,5 см, снизу – 2,5 см, слева - 3 см, справа 1,5 см;
- доклад должен быть представлен в сброшюрованном виде.

Порядок защиты доклада:

Защита доклада проводится на практических занятиях, после окончания работы студента над ним и исправления всех недочетов, выявленных преподавателем в ходе консультаций. На защиту доклада отводится 5-7 минут времени, в ходе которого студент должен показать свободное владение материалом по заявленной теме. При защите доклада приветствуется использование мультимедиа-презентации.

Оценка доклада

Доклад оценивается по следующим критериям:

- соблюдение требований к его оформлению;
- необходимость и достаточность для раскрытия темы приведенной в тексте доклада информации;
- умение студента свободно излагать основные идеи, отраженные в докладе;
- способность студента понять суть задаваемых преподавателем и сокурсниками вопросов и сформулировать точные ответы на них.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется студенту, если в докладе студент исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний; использует для написания доклада современные научные материалы; анализирует полученную информацию; проявляет самостоятельность при написании доклада.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если качество выполнения доклада достаточно высокое. Студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопросы по теме доклада.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если материал доклада излагается частично, но пробелы не носят существенного характера, студент допускает неточности и ошибки при защите доклада, дает недостаточно правильные формулировки, наблюдаются нарушения логической последовательности в изложении материала.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он не подготовил доклад или допустил существенные ошибки. Студент неуверенно излагает материал доклада, не отвечает на вопросы преподавателя.

4.5. Методические рекомендации по выполнению исследовательских проектов

Исследовательская проектная работа – это групповая работа, для выполнения которой необходим выбор и приложение научной методики к поставленной задаче, получение собственного теоретического или экспериментального материала, на основании которого необходимо провести анализ и сделать выводы об исследуемом явлении. Выполнение проекта – это всегда коллективная, творческая практическая работа, предназначенная для получения определенного продукта или научно-технического результата. Такая работа подразумевает четкое, однозначное формирование поставленной задачи, определение сроков выполнения намеченного, определение требований к разрабатываемому объекту.

Выполнение 1 группового проекта является обязательным условием выполнения самостоятельной работы по любой дисциплине профессионального цикла. Тема проектного задания может быть выбрана студентом из предложенных в рабочей программе или фонде оценочных средств дисциплины, либо определена самостоятельно, исходя из интересов студента (в рамках изучаемой дисциплины). Выбранную тему необходимо согласовать с преподавателем.

Требования по выполнению и оформлению проекта

При выполнении проекта приветствуется работа в группе (2-3 человека). Проект – это исследовательская работа, в ходе которой студенты должны продемонстрировать владение навыками научного исследования, умения проводить анализ, обобщать информацию, делать выводы, предлагать свои решения проблемы, рассматриваемой в проекте.

При подготовке материалов проекта студенты должны продемонстрировать владение современными методами компьютерной обработки данных.

Критерии оценки работы участника проекта.

Для каждого из участников проекта оцениваются:

- профессиональные теоретические знания в соответствующей области;
- умение работать со справочной и научной литературой, осуществлять поиск необходимой информации в Интернет;
- умение работать с техническими средствами;
- умение пользоваться соответствующими выполняемому проекту информационными технологиями;
- умение готовить материалы проекта для презентации: составлять и редактировать тексты, формировать презентацию проекта;
- умение работать в команде;
- умение публично представлять результаты собственной деятельности;
- коммуникабельность, инициативность, творческие способности.

Критерии выставления оценки участникам проекта

Оценка	Профессиональные компетенции	Компетенции, связанные с использованием соответствующих выполняемому проекту технических средств и информационных технологий	Иные универсальные компетенции (коммуникабельность, инициативность, умение работать в «команде», управленческие навыки и т.д.)	Отчетность
«Отлично»	Работа выполнена на высоком профессиональном уровне. Представленный материал в основном фактически верен, допускаются негрубые фактические неточности. Студент свободно отвечает на вопросы, связанные с проектом.	Технические средства и информационные технологии освоены и использованы для реализации проекта полностью	Студент проявил инициативу, творческий подход, способность к выполнению сложных заданий, навыки работы в коллективе, организационные способности.	Проект представлен полностью и в срок.
«Хорошо»	Работа выполнена на достаточно высоком профессиональном уровне. Допущено до 4–5 фактических ошибок. Студент отвечает на вопросы,	Обнаруживаются некоторые ошибки в использовании соответствующих технических средств и информационных технологий	Студент достаточно полно, но без инициативы и творческих находок выполнил возложенные на него задачи.	Проект представлен достаточно полно и в срок, но с некоторыми недоработками.

Оценка	Профессиональные компетенции	Компетенции, связанные с использованием соответствующих выполняемому проекту технических средств и информационных технологий	Иные универсальные компетенции (коммуникабельность, инициативность, умение работать в «команде», управленческие навыки и т.д.)	Отчетность
	связанные с проектом, но недостаточно полно.			
«Удовлетворительно»	Уровень недостаточно высок. Допущено до 8 фактических ошибок. Студент может ответить лишь на некоторые из заданных вопросов, связанных с проектом.	Обнаруживает недостаточное владение навыками работы с техническими средствами и соответствующими информационными технологиями	Студент выполнил большую часть возложенной на него работы.	Проект сдан со значительным опозданием (более недели) и не полностью
«Неудовлетворительно»	Работа не выполнена или выполнена на низком уровне. Допущено более 8 фактических ошибок. Ответы на связанные с проектом вопросы обнаруживают непонимание предмета и отсутствие ориентации в материале проекта.	Навыков работы с техническими средствами нет, информационные технологии не освоены	Студент практически не работал, не выполнил свои задачи или выполнил лишь отдельные не существенные поручения в групповом проекте.	Проект не сдан.

Студенты должны: защитить проект в режиме презентации, предъявить файлы выполненного проекта, уметь рассказать о технологиях, использованных ими при выполнении проекта, дать оценку работы каждого члена группы (*если проект групповой*).

4.6. Методические рекомендации по подготовке к экзаменам и зачетам

Изучение многих общепрофессиональных и специальных дисциплин завершается экзаменом. Подготовка к экзамену способствует закреплению, углублению и обобщению знаний, получаемых, в процессе обучения, а также применению их к решению практических задач. Готовясь к экзамену, студент ликвидирует имеющиеся пробелы в знаниях, углубляет, систематизирует и упорядочивает свои знания. На экзамене студент демонстрирует то, что он приобрел в процессе обучения по конкретной учебной дисциплине.

Экзаменационная сессия - это серия экзаменов, установленных учебным планом. Между экзаменами интервал 3-4 дня. Не следует думать, что 3-4 дня достаточно для успешной подготовки к экзаменам.

В эти 3-4 дня нужно систематизировать уже имеющиеся знания. На консультации перед экзаменом студентов познакомят с основными требованиями, ответят на возникшие у них вопросы. Поэтому посещение консультаций обязательно.

Требования к организации подготовки к экзаменам те же, что и при занятиях в течение семестра, но соблюдаться они должны более строго. Во-первых, очень важно соблюдение режима дня; сон не менее 8 часов в сутки, занятия заканчиваются не позднее, чем за 2-3 часа до сна. Оптимальное время занятий - утренние и дневные часы. В перерывах между занятиями рекомендуются прогулки на свежем воздухе, неустойчивые занятия спортом. Во-вторых, наличие хороших собственных конспектов лекций. Даже в том случае, если была пропущена какая-либо лекция, необходимо во время ее восстановить (переписать ее на кафедре), обдумать, снять возникшие вопросы для того, чтобы запоминание материала было осознанным. В-третьих, при подготовке к экзаменам у студента должен быть хороший учебник или конспект литературы, прочитанной по указанию преподавателя в течение семестра. Здесь можно эффективно использовать листы опорных сигналов.

Вначале следует просмотреть весь материал по сдаваемой дисциплине, отметить для себя трудные вопросы. Обязательно в них разобраться. В заключение еще раз целесообразно повторить основные положения, используя при этом листы опорных сигналов.

Систематическая подготовка к занятиям в течение семестра позволит использовать время экзаменационной сессии для систематизации знаний.

Контроль самостоятельной работы студентов

Контроль самостоятельной работы проводится преподавателем в аудитории.

Предусмотрены следующие виды контроля: собеседование, оценка доклада, оценка презентации, оценка участия в круглом столе, оценка выполнения проекта.

Подробные критерии оценивания компетенций приведены в Фонде оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации.

Список литературы для выполнения СРС

Перечень основной литературы:

1. Козлов, В.Г. Теория надежности. Томск. «ТУСУР». 2020. 138 с.. – 208 с., экземпляров 15

Перечень дополнительной литературы:

1. Буртаев Ю. Ф. Статистический анализ надежности объектов по ограниченной информации. — М.: Энергоатомиздат, 1995.—240 с.

2. Александровская Л. Н. Современные методы обеспечения безотказности сложных технических систем: Учебник / Л. Н. Александровская, А. П. Афанасьев, А. А. Лисов. — М.: Логос, 2001. — 208 с.

Методическая литература:

1. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов по дисциплине «Тестирование и контроль качества интеллектуальных систем»

2. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Тестирование и контроль качества интеллектуальных систем»

Интернет-ресурсы:

1. <http://el.ncfu.ru/> – система управления обучением ФГАОУ ВО СКФУ. Дистанционная поддержка дисциплины «Тестирование и контроль качества интеллектуальных систем».
2. <http://www.intuit.ru> – Интернет-Университет Компьютерных технологий.