

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна
Должность: проректор по учебной работе
Дата подписания: 28.01.2021 17:36:57
Уникальный программный ключ:
0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c11eabbf73e947df4a4851fda56d089

МИНОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное
Образовательное учреждение высшего образования
Юго-Западный государственный университет
(ЮЗГУ)
Кафедра вычислительной техники

Утверждаю
Проректор по учебной работе
О. Г. Локтионова
12 2017 года



Вычислительные системы повышенной надёжности

Методические рекомендации по выполнению
практических работ № 1-2
по курсу “Вычислительные системы повышенной надёжности”
для студентов направления подготовки 09.03.01

Курск 2017

УДК 621.(076.1)

Составители: С.А. Дюбрюкс

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент Ю.А. Халин

Вычислительные системы повышенной надёжности: методические рекомендации по выполнению практических работ №1-2 по дисциплине «Вычислительные системы повышенной надёжности» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: С.А. Дюбрюкс.- Курск, 2017. 29 с.: ил. 6.

Методические рекомендации содержат описание основных структурных схем надёжности, методы расчёта сложных систем на их основе и конкретные примеры расчётов. Практические работы посвящены практическому освоению приведённых методов расчёта надёжности вычислительных систем с последовательной, параллельной, смешанной и сложной (неприводимой) структурой.

Предназначены для студентов направления подготовки 09.03.01 очной и заочной форм обучения «Информатика и вычислительная техника».

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать 15.12.17. Формат 60x84 1/16.
Усл. печ. л. 1,7, Уч. – изд.л. 1,5, Тираж 30 экз. Заказ 9990. Бесплатно.
Юго-Западный государственный университет
305040, Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

Содержание

Введение	4
Основные теоретические сведения	5
Практическая работа №1	10
Практическая работа №2	15
Оформление отчёта	28
Литература	29

Введение

Технические устройства подразделяются на элементы и системы, причём система состоит из элементов. Элементы, составляющие систему, могут быть соединены между собой различным образом. С точки зрения надёжности, такие соединения представляют собой структуры, каждая из которых имеет свой способ расчёта. Такой расчёт представляет собой расчёт надёжности. Сами структуры носят название структурных схем надёжности.

Структурные схемы надёжности нельзя путать с принципиальными, функциональными, структурными и другими схемами систем, хотя в частных случаях они могут совпадать.

В приведённых практических работах осуществляется расчёт надёжности составных систем, основываясь на типах структурных связей элементов, на которые можно разложить любую техническую систему. Первая работа посвящена расчёту систем, которые можно свести к последовательным, т.е. приводимым. Вторая работа призвана научить расчёту неприводимых систем мостового типа.

Основные теоретические сведения

СХЕМЫ НАДЁЖНОСТИ.

Соединение элементов в структурных схемах надёжности можно свести к четырём видам:

- последовательному,
- параллельному,
- смешанному,
- произвольному.

В качестве основных показателей надёжности используются вероятность безотказной работы и вероятность отказа.

СТРУКТУРНЫЕ СХЕМЫ НАДЁЖНОСТИ С ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫМ СОЕДИНЕНИЕМ ЭЛЕМЕНТОВ.

Последовательное соединение в структурной схеме надёжности – это такое соединение, при котором отказ хотя бы одного элемента приводит к отказу всей системы в целом (рис. 1). Этот тип соединения в теории надёжности ещё называют основным соединением.

Если считать отказы элементов независимыми, то на основании теоремы умножения вероятностей вероятность безотказной работы ТУ выражается следующим образом:

$$P_c(t) = P_1(t) \cdot P_2(t) \cdot \dots \cdot P_n(t) = \prod_{i=1}^n P_i(t).$$

где $p_i(t)$ – вероятность безотказной работы i -го элемента; $P_c(t)$ – вероятность безотказной работы системы.



Рисунок 1 – структурная схема надёжности с последовательным соединением элементов.

С учётом выражения вероятности безотказной работы через интенсивность отказов можно записать

$$P_c(t) = \prod_{i=1}^n e^{-\int_0^t \lambda_i(t) dt} = e^{-\sum_{i=1}^n \int_0^t \lambda_i(t) dt} = e^{-\int_0^t \sum_{i=1}^n \lambda_i(t) dt}.$$

Отсюда можно сделать заключение, что суммарная интенсивность отказов n последовательно соединённых элементов находится как сумма интенсивностей отдельных элементов:

$$\lambda_{\Sigma}(t) = \sum_{i=1}^n \lambda_i(t)$$

или, для случая равнонадёжных элементов:

$$\lambda_{\Sigma}(t) = n\lambda(t).$$

Для случая $\lambda = \text{const}$ имеем

$$P_c(t) = e^{-\sum_{i=1}^n \lambda_i t}.$$

Откуда

$$\lambda_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n \lambda_i.$$

Из последнего выражения видно, что для обеспечения требуемой техническими условиями вероятности безотказной работы ТУ при увеличении числа последовательно соединённых элементов необходимо снижать величину интенсивности отказов каждого элемента или, что тоже самое, принимать меры к увеличению их средней наработки на отказ.

Нередки случаи, когда система последовательно соединённых элементов состоит из k подсистем, а каждая j -я ($j=1, k$) подсистема состоит из n_j равнонадёжных элементов. В этом случае вероятность безотказной работы системы будет определяться выражением

$$P_c(t) = \prod_{j=1}^k P^{n_j(t)},$$

где n_j – количество равнонадёжных элементов j -го типа; $p(t)$ – вероятность безотказной работы элемента j -й подсистемы.

Суммарная интенсивность отказов равна

$$\lambda_{\Sigma}(t) = \sum_{j=1}^k n_j \lambda(t).$$

Анализ полученных выражений показывает:

- вероятность безотказной работы будет тем ниже, чем больше элементов в него входит;
- вероятность безотказной работы последовательного соединения будет ниже, чем эта же вероятность у самого надёжного элемента системы.

СТРУКТУРНЫЕ СХЕМЫ НАДЁЖНОСТИ С ПАРАЛЛЕЛЬНЫМ СОЕДИНЕНИЕМ ЭЛЕМЕНТОВ

Параллельным соединением элементов в структурной схеме надёжности называется такое соединение, при котором система отказывает только при отказе всех n элементов, образующих эту схему (рис. 2).

Согласно определению,

$$Q_c(t) = q_1(t) \cdot q_2(t) \cdot \dots \cdot q_n(t) = \prod_{i=1}^n q_i(t) = \prod_{i=1}^n (1 - p_i(t)).$$

Отсюда

$$P_c(t) = 1 - Q_c(t) = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - p_i(t)).$$

С учётом интенсивности отказов выражение примет вид

$$P_c(t) = 1 - \prod_{i=1}^n \left(1 - e^{-\int_0^t \lambda_i(t) dt} \right).$$

Для случая равнонадёжных элементов имеем:

$$P_c(t) = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - e^{-\lambda(t) dt}),$$

а при $\lambda = \text{const}$ последнее выражение примет вид

$$P_c(t) = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - e^{-\lambda t}).$$

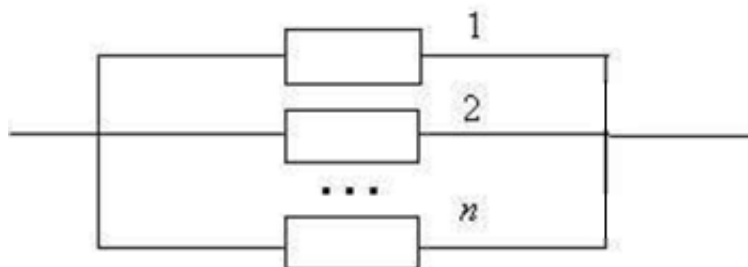


Рисунок 2 – структурная схема надёжности с последовательным соединением элементов.

Основные правила расчёта надёжности при последовательном и параллельном соединениях элементов в структурной схеме надёжности можно формулировать следующим образом:

- определить количество элементов, составляющих структурную схему надёжности;
- из справочных таблиц или статистики определить интенсивность отказов λ_i каждого элемента;
- на основании λ_i по формулам видов соединений в структурных схемах надёжности определяется вероятность безотказной работы.

СТРУКТУРНЫЕ СХЕМЫ НАДЁЖНОСТИ СО СМЕШАННЫМ СОЕДИНЕНИЕМ ЭЛЕМЕНТОВ

Иногда в сложных устройствах структурные схемы надёжности содержат как последовательные, так и параллельные надёжные структуры. Речь идёт о том, что в схеме надёжности присутствуют и те и другие виды соединений (рис. 3).

В этом случае для расчёта надёжности структурную схему разбивают на последовательные или параллельные участки таким образом, чтобы каждый участок имел либо только последовательную, либо только параллельную структурную схему.

На каждом участке определяется вероятность безотказной работы в соответствии с теми формулами, которые соответствуют структурным схемам рассматриваемого участка. Таким образом, исходная структурная схема надёжности превращается в структуру с последовательным или параллельным соединением элементов (рис. 4).

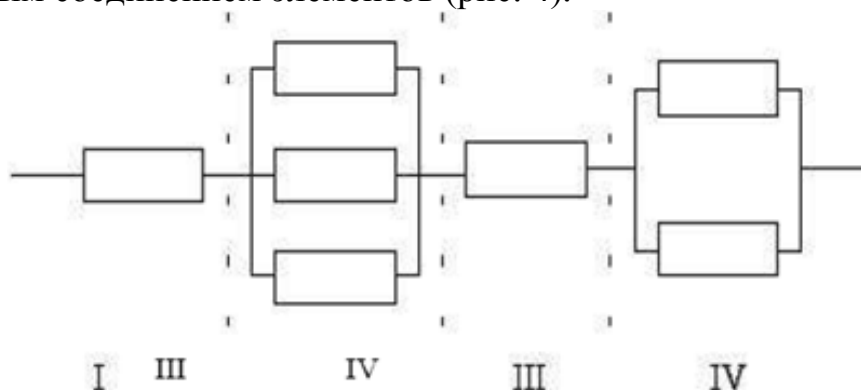


Рисунок 3 – структурная схема надёжности со смешанным соединением элементов.

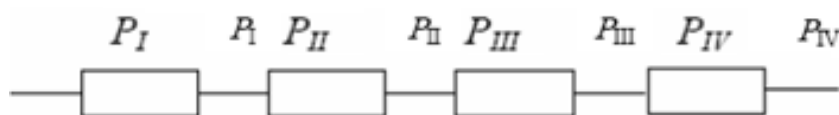


Рисунок 4 – преобразованная структура со смешанным соединением элементов.

P_I , P_{II} , P_{III} , P_{IV} – вероятности безотказной работы соответственно первого, второго, третьего и четвёртого последовательных участков.

Тогда вероятность безотказной работы системы в представленном примере будет равна $P_c(t) = P_I \cdot P_{II} \cdot P_{III} \cdot P_{IV}$.

В общем случае для системы с k последовательными участками, полученными в результате предварительных преобразований, выражение для вероятности безотказной работы будет иметь вид:

$$P_c(t) = \prod_{j=1}^k P_j(t)$$

СЛОЖНАЯ ПРОИЗВОЛЬНАЯ СТРУКТУРА

Когда невозможно при составлении структурных схем надёжности применить последовательную, параллельную или смешанную схемы, то приходится иметь дело с так называемой сложной произвольной структурой. Для такой структуры не существует общих методов расчёта надёжности. Одной из наиболее часто встречающихся схем такой структуры является мостиковая схема (рис. 5).

Расчёт вероятности безотказной работы этой схемы можно осуществить методом прямого перебора всех состояний. В частности, мостиковая схема считается работоспособной при пяти вариантах отказов по одному элементу (отказавшие элементы: 1, или 2, или 3, или 4, или 5), при восьми вариантах отказов по два элемента.

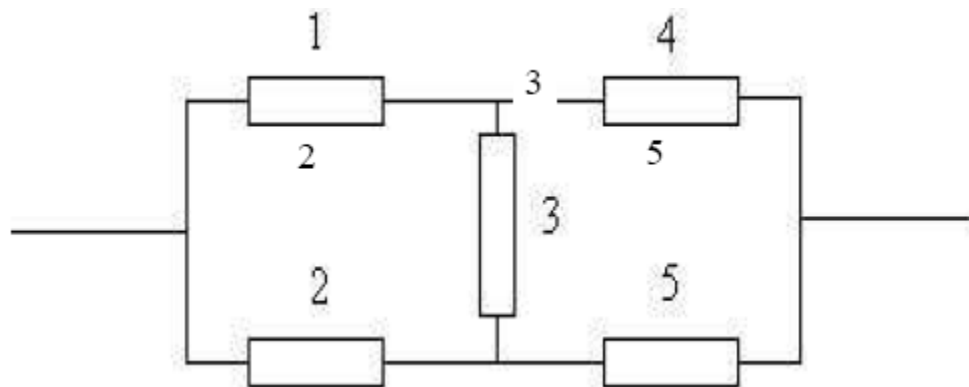


Рисунок 5 – сложная “мостиковая” структура.

Группы элементов: 1 и 4, или 2 и 5, или 1 и 3, или 2 и 3, или 3 и 4, или 3 и 5, или 1 и 5, или 2 и 4, при двух вариантах отказа по трём элементам (отказавшие группы элементов: 1 и 3 и 4, или 2 и 3 и 5) или когда все 5 элементов работоспособны. Тогда для случая равнонадёжных элементов вероятность безотказной работы системы, структурная схема надёжности которой представляет собой мостиковую схему, будет равна

$$P_c(t) = p^5 + 5p^4q + 8p^3q^2 + 2p^2q^3 = p^5 + 5p^4(1-p) + 8p^3(1-p)^2 + 2p^2(1-p)^3,$$

где $p = p(t)$ – вероятность безотказной работы одного элемента; $q = q(t)$ – вероятность отказа одного элемента.

В начале главы говорилось о том, что в большинстве случаев структурные схемы надёжности не совпадают с принципиальными, функциональными и структурными схемами ТУ. Наиболее ярко это утверждение можно продемонстрировать на примере электрических систем, показав, что принципиальная электрическая схема может не совпадать со структурной схемой надёжности.

Известно, что основными отказами электрических систем являются отказы типа "обрыв" и "короткое замыкание". Пусть система состоит из двух диодов Д1 и Д2, включённых параллельно (рис. 6). Для отказа типа "короткое замыкание" система выйдет из строя, когда откажет любой из двух диодов. Поэтому структурная схема надёжности для этого случая

изображается в виде последовательного соединения элементов. В другом случае при отказе типа "обрыв" параллельная цепочка диодов откажет только в случае отказа двух диодов.

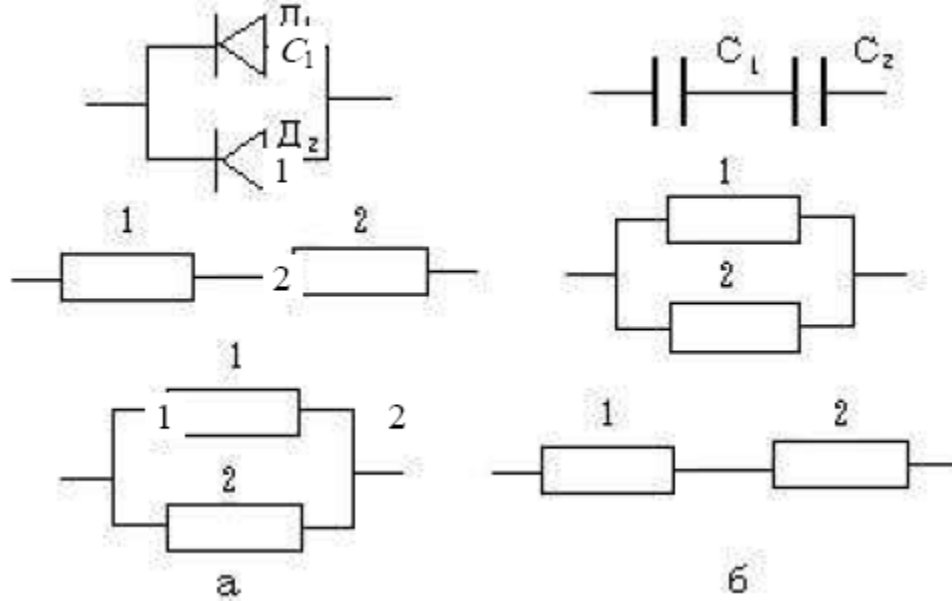


Рисунок 5 – принципиальные электрические схемы и соответствующие им структурные схемы надёжности: а – для диодов; б – для конденсаторов

Следовательно, структурная схема надёжности будет представлять собой параллельное соединение элементов. Последовательная цепочка конденсаторов C_1 и C_2 изображена на рис. 6 б.

При "коротком замыкании" эта схема выйдет из строя, если только "пробьёт" и C_1 и C_2 . В силу этого структурная схема надёжности представляется в виде параллельного соединения элементов. И, наконец, при "обрыве" конденсаторная цепочка откажет, если откажет любой из двух конденсаторов. Это значит, что структурная схема надёжности будет иметь последовательное соединение.

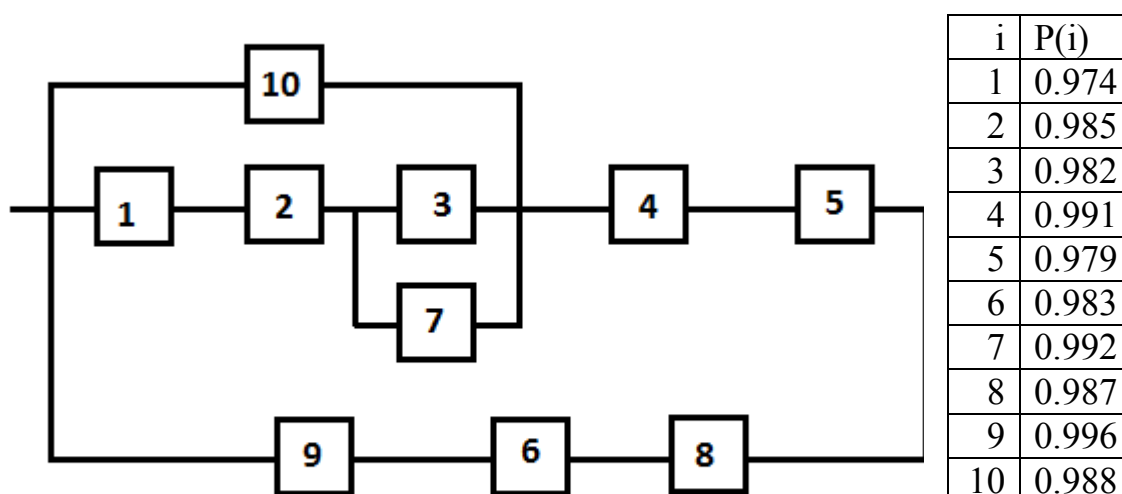
Практическая работа №1

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАДЁЖНОСТИ МОДЕЛИ ПРИВОДИМОЙ СТРУКТУРЫ

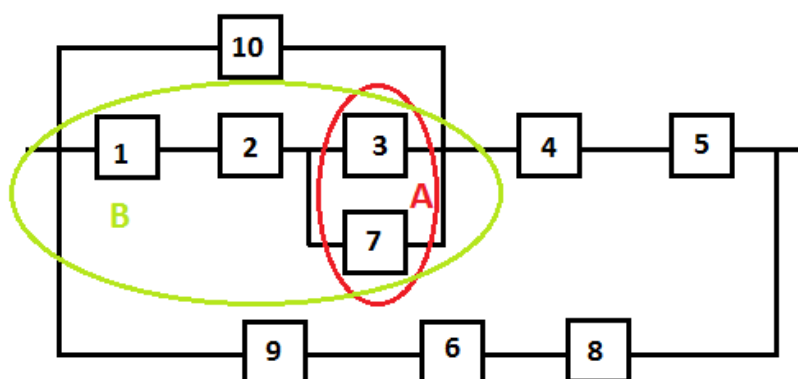
Цель работы:

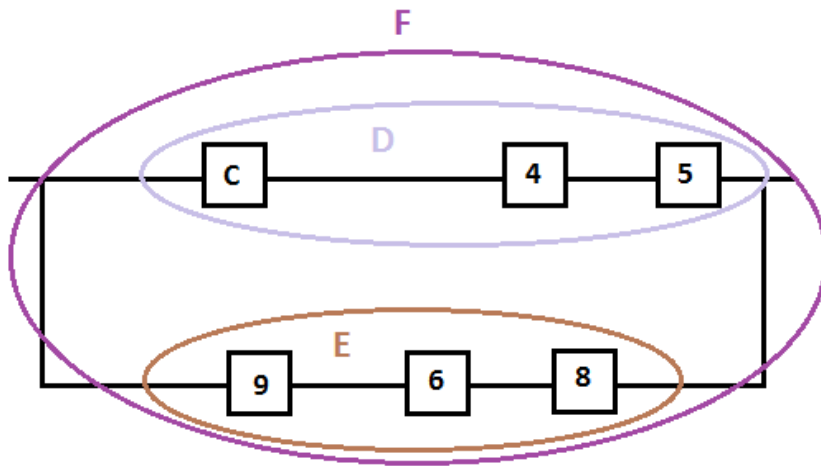
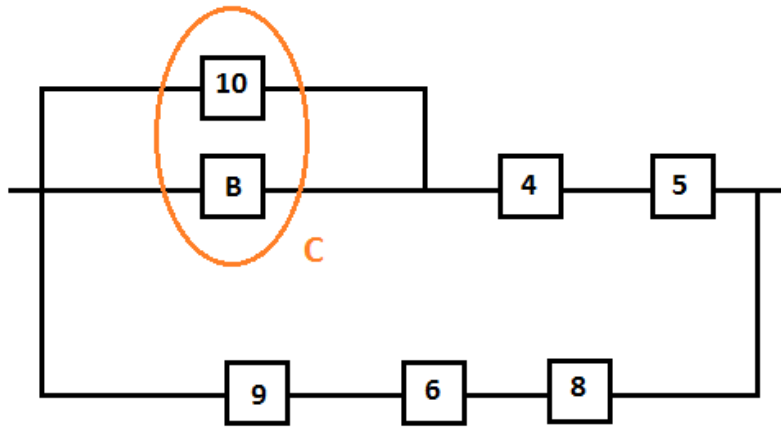
Оценка надёжности заданной структуры с помощью эквивалентной модели.

Пример решения задачи преобразования и расчёта надёжности системы по структурной модели.



Этап 1: Преобразования начальной модели.



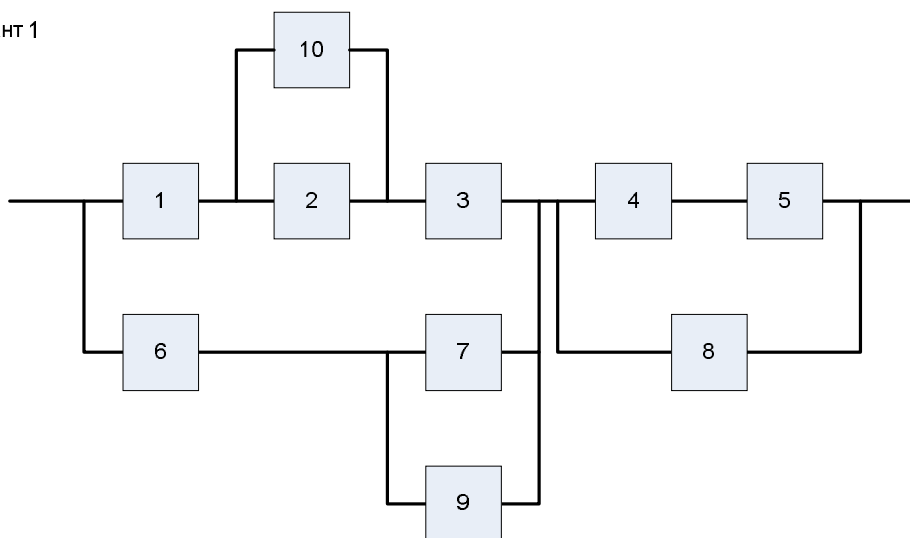


Этап 2: окончательный расчёт.

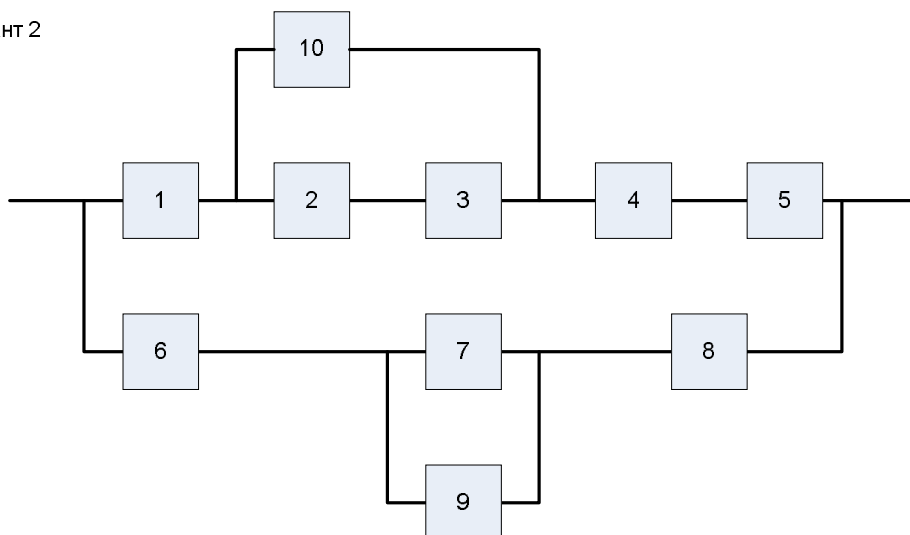
Надёжность системы

Варианты заданий:

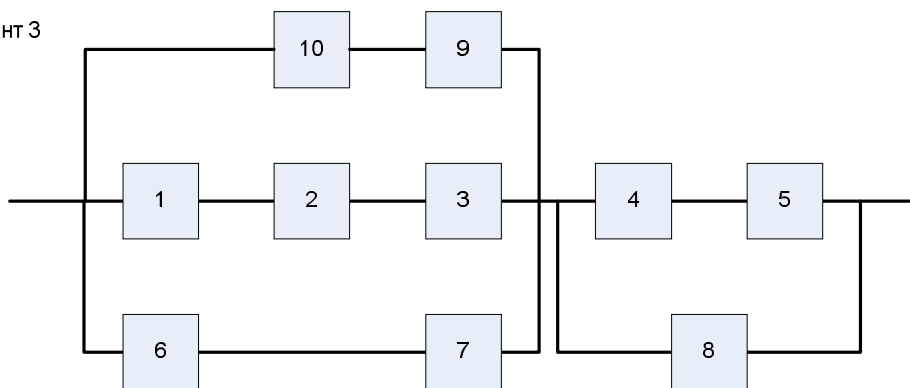
Вариант 1



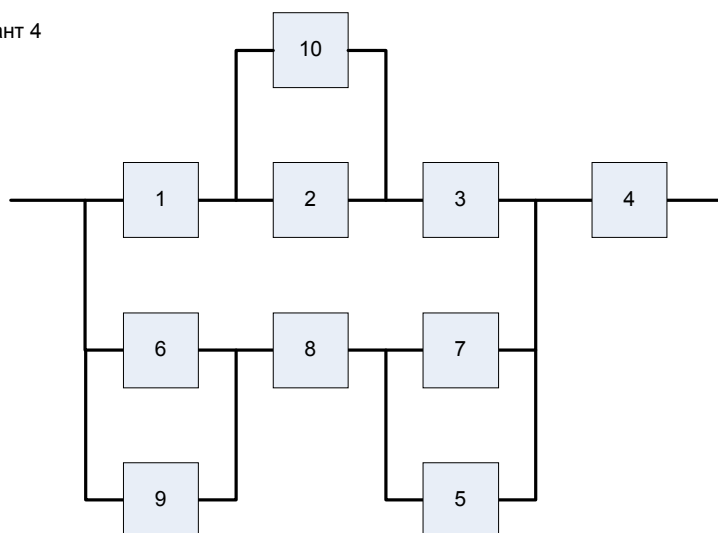
Вариант 2



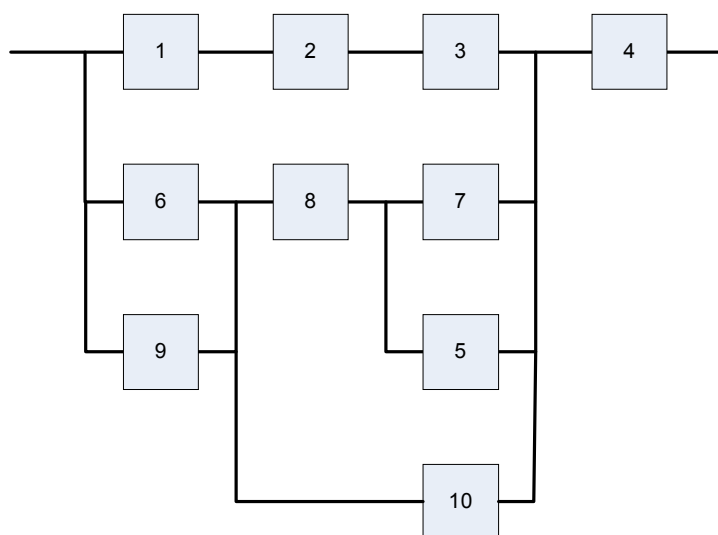
Вариант 3



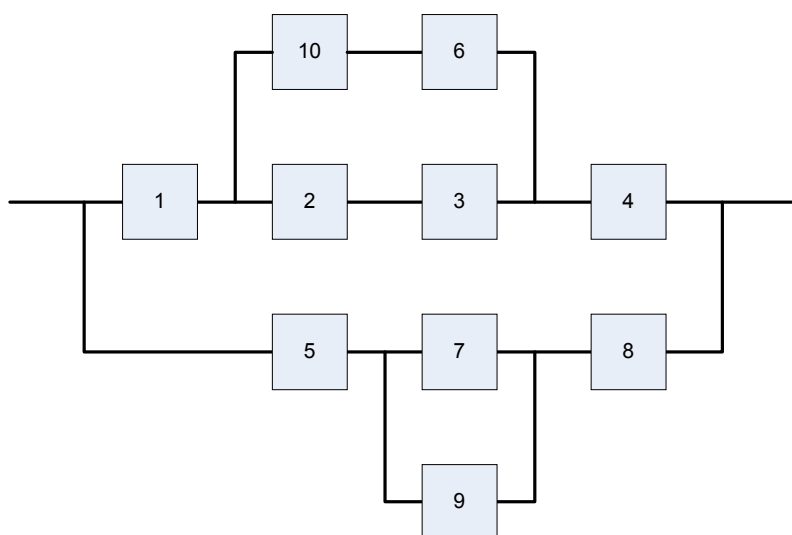
Вариант 4



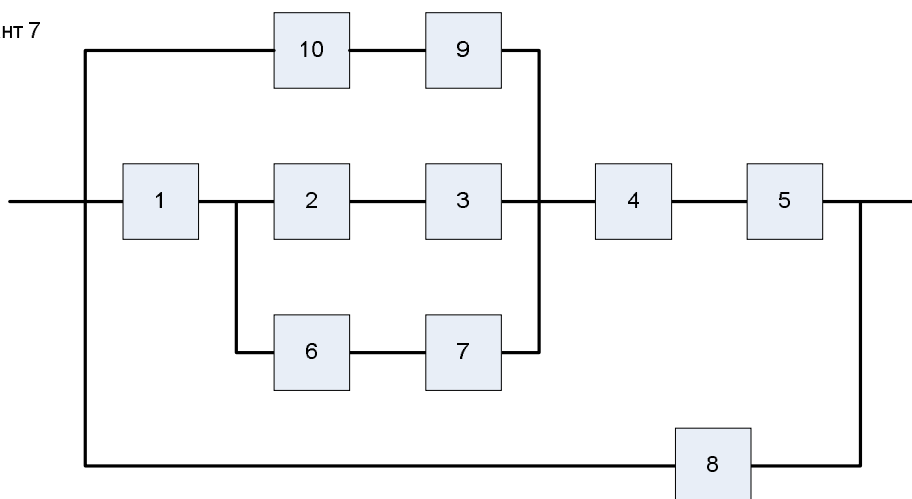
Вариант 5



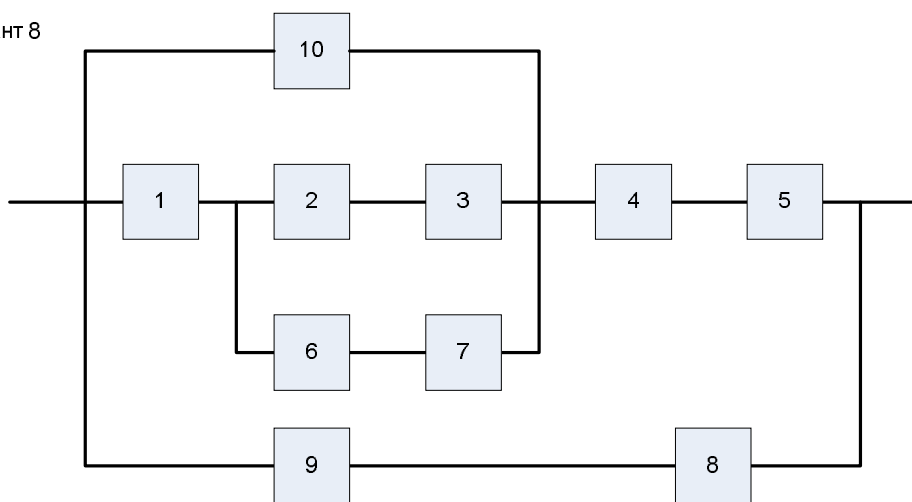
Вариант 6



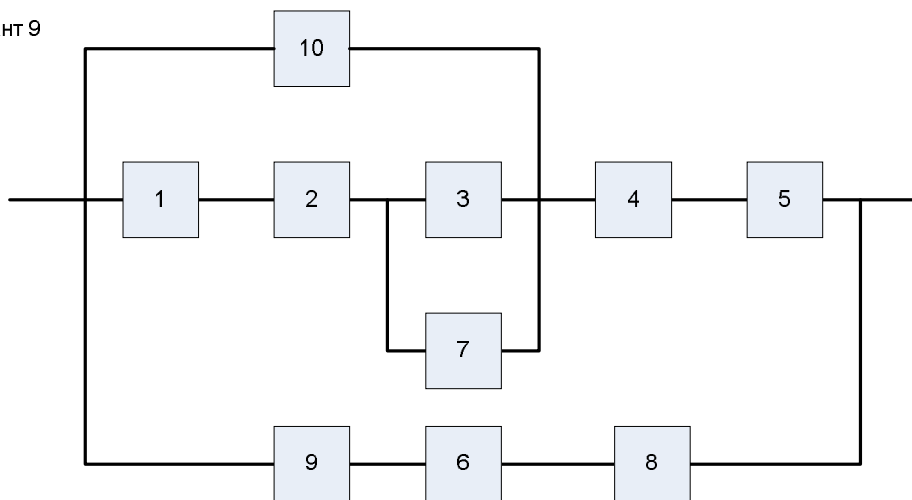
Вариант 7



Вариант 8



Вариант 9



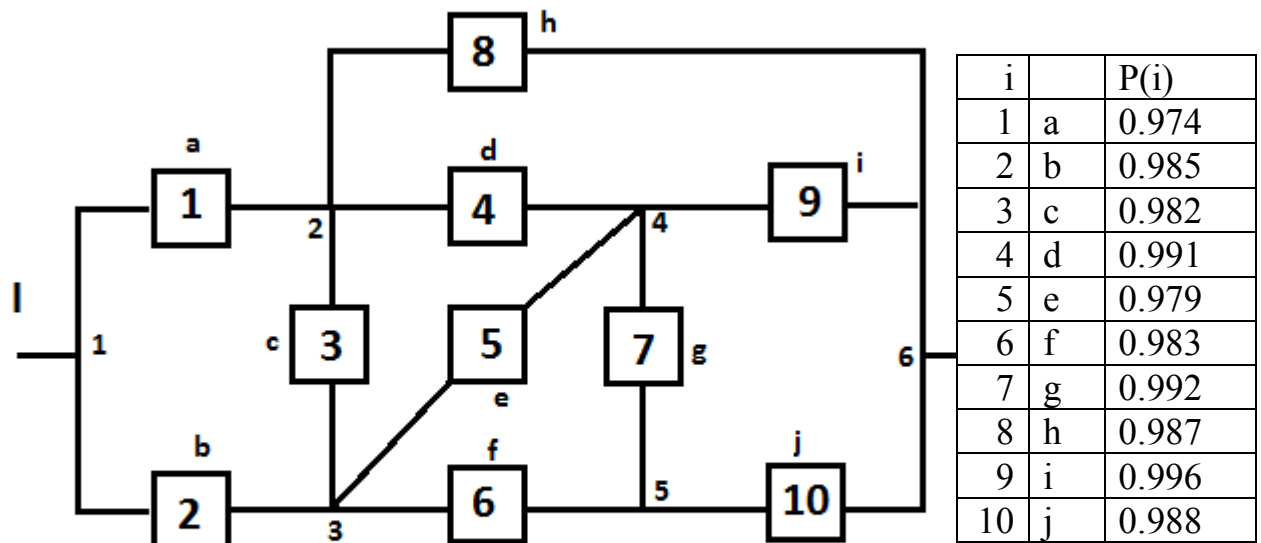
Практическая работа №1

ОЦЕНКА НАДЁЖНОСТИ НЕПРИВОДИМЫХ СТРУКТУР

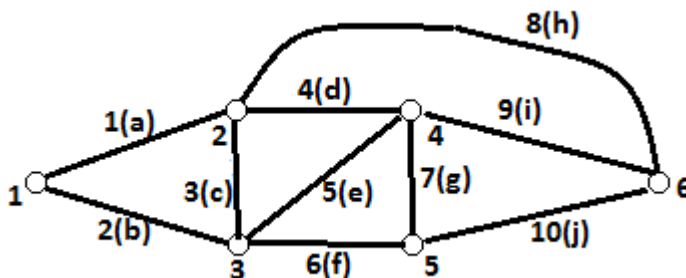
Цель работы:

Оценка надёжности заданной неприводимой структуры с помощью эквивалентной модели.

Пример решения задачи преобразования и расчёта надёжности системы по структурной модели.



Этап 1 - Составление графа начальной модели и таблицы переходов.



	1	2	3	4	5	6
1	■	a	b			
2	a	■	c	d		h
3	b	c	■	e	f	
4		d	e	■	g	i
5			f	g	■	j
6		h		i	j	■

Этап 2 - Перемножение таблиц I.

	1	2	3	4	5	6
1	■	a	b			
2	a	■	c	d		h
3	b	c	■	e	f	
4		d	e	■	g	i
5			f	g	■	j
6		h		i	j	■

x

	1	2	3	4	5	6
1	■	a	b			
2	a	■	c	d		h
3	b	c	■	e	f	
4		d	e	■	g	i
5			f	g	■	j
6		h		i	j	■

	1	2	3	4	5	6
1	■	bc	ac	ad,be	bf	ah
2	cb	■	ab,de	ce,hi	cf,dg,hj	di
3	ca	ed	■	cd,fg	eg	ch,ei,fj
4	da,eb	ec	dc,gf	■	ef,ij	dh,gj
5	fb	fc,gd	ge	fe	■	gi
6		id	hc,ie,jf	hd,jg	ig	■

	1	2	3	4	5	6
1	■	bc	ac	ad,be	bf	■
2	cb	■	de	ce	cf,dg	di
3	ca	ed	■	cd,fg	eg	ch,ei,fj
4	da,eb	ec	dc,gf	■	ef	dh,gj
5	fb	fc,gd	ge	fe	■	gi
6		id	hc,ie,jf	hd,jg	ig	■

x

	1	2	3	4	5	6
1	■	a	b			
2	a	■	c	d		h
3	b	c	■	e	f	
4		d	e	■	g	i
5			f	g	■	j
6		h		i	j	■

Этап 3 - Перемножение таблиц II.

	1	2	3	4	5	6
1		acc,add, bed	bcc,ade, bee,bff	bcd,ace bfg	acf,adg, beg	bch,adi, bei,bfj
2	deb		cbb,cee, cff,dgf	dee,cfg, dgg,dii	def,ceg, dij	cei,cfj, dgj
3	eda	fgd		edd,egg, chi,eii,fji	cdg,fgg, chj,eij,fjj	edh,cdi, fgi,egj
4	dcb,eca, gfb	gfc			dcf,gff, dhj,gjj	ech,efj
5	fca,gda, geb	fed,gec	gdc	fcd		fch,gdh, fei
6		iec,jfc, igd	hde,idc, igf,jde	hce,jfe	hcf,hdg, ief	

Этап 4 - Перемножение таблиц III.

	1	2	3	4	5	6
1		bed	ade,	bcd,ace bfg	acf,adg, beg	
2	deb		dgf	cfg,	def,ceg	cei,cfj, dgj
3	eda	fgd			cdg	edh,cdi, fgi,egj
4	dcb,eca, gfb	gfc			dcf	ech,efj
5	fca,gda, geb	fed,gec	gdc	fcd		fch,gdh, fei
6		iec,jfc, igd	hde,idc, igf,jde	hce,jfe	hcf,hdg, ief	

	1	2	3	4	5	6
1		a	b			
2	a		c	d		h
3	b	c		e	f	
4		d	e		g	i
5			f	g		j
6		h		i	j	

	1	2	3	4	5	6
1		bfgd,adec	bedc,bfge, acff,adgf, begf	bedd,acfg, adgg,begg, acee	bfgg,bcdg, aceg,adef	bedh,bfgi, bcdi,acei, acfj,adgj, begj
2	dgfb,ceda		debb,cgfe, deff,cegf	dgfe,defg cegg,ceii, cfji,dgii	dgff,cfgg, ceij,cfjj, dgij	cfgi,defj, cegj
3	cdeb,egfb, fgda,fgeb	efgc,fgec		fgdd,cdgg, edhi,cdii, fgii,egji	edhj,cdij, fgij,egjj	fgdh,cdgj
4	gfca	efgd,gfed			echj,efjj	gfch,dcfj
5	gdcb,geca, feda					fedh,gech, fcdi
6		igfc,jfed, jgec	hdgf,jgdc	hcfg,jfcd	hdef,hceg, idcf	

Этап 5 - Перемножение таблиц IV.

	1	2	3	4	5	6
1		bfgd,adec	bedc,bfge, adgf,begf	acfg	bcdg, aceg,adef	
2	dgfb,ceda		cgfe,cegf	dgfe,defg		cfgi,defj, cegj
3	cdeb,egfb, fgda,fgeb	efgc,fgec				fgdh,cdgj
4	gfca	efgd,gfed				gfch,dcfj
5	gdcb,geca, feda					fedh,gech, fcdi
6		igfc,jfed, jgec	hdgf,jgdc	hcfg,jfcd	hdef,hceg, idcf	

	1	2	3	4	5	6
1		a	b			
2	a		c	d		h
3	b	c		e	f	
4		d	e		g	i
5			f	g		j
6		h	i	j		

	1	2	3	4	5	6
1		bedc,bfgec, adgf,begfc, acfgd	bfgdc,adec, acfg,bcdgf, acegf,adef	bfgdd,adecd, bedce,bfgee, adgfe,begfe, bcdgg,acegg, adefg	bedcf,bfgef, adgff,begff, acfgg	bfgdh,acfgi, bcdgj,acegj, adefj
2						
3						
4						
5						
6						

$L_{\min} = \{ah, bch, adi, bei, bfj, bedh, bfgi, bcdi, acei, acfj, adgj, begj, bfgdh, acfgi, bcdgj, acegj, adefj\}$

a h
b c h
a d i
b e i
b f j
b e d h
b f g i
b c d i
a c e i
a c f j
a d g j
b e g j
b f g d h
a c f g i
b c d g j
a c e g j
a d e f j

1 8	0,0387
2 3 8	0,0453
1 4 9	0,0386
2 5 9	0,0395
2 6 10	0,0434
2 5 4 8	0,0568
2 6 7 9	0,0433
2 3 4 9	0,0453
1 3 5 9	0,0674
1 3 6 10	0,0711
1 4 7 10	0,0540
2 5 7 10	0,0549
2 6 7 4 8	0,0605
1 3 6 7 9	0,0710
2 3 4 7 10	0,0605
1 3 5 7 10	0,0823
1 4 5 6 10	0,0822

Этап 6 - Нахождение разрезов

$L_{\min} =$

{ah,bch,adi,bei,bfj,bedh,bfgi,bcdi,acei,acfj,adgj,begj,bfgdh,acfgi,bcdgj,acegj,adefj}

-b= {ah,adi,acei,acfj,adgj,acfgi,,acegj,adefj }

-a= {bch,bei,bfj,bedh,bfgi,bcdi,begj,bfgdh,bcdgj,}

-c= {ah,adi,bei,bfj,bedh,bfgi,adgj,begj,bfgdh,adefj }

-d= {ah,bch,bei,bfj,,bfgi,,acei,acfj,begj,acfgi,acegj,}

-g= {ah,bch,adi,bei,bfj,bedh,,bcdi,acei,acfj,adefj }

-j= {ah,bch,adi,bei,,bedh,bfgi,bcdi,acei,bfgdh,acfgi,}

-e= {ah,bch,adi,,bfj,,bfgi,bcdi,,acfj,adgj,bfgdh,acfgi,bcdgj,,}

-f= {ah,bch,adi,bei,,bedh,,bcdi,acei,adgj,begj,bcdgj,acegj,}

-i= {ah,bch,bfj,bedh,acfj,adgj,begj,bfgdh,,bcdgj,acegj,adefj }

										jeih
								4	2	jf
									2	jfi
										jfih
									3	ji
										jih
										jh
								2	1	ef
									1	efi
										efih
									2	ei
										eih
										eh
									3	fi
										fih
										fh
										ih

ba, bcdh, bdggeh, bgjih, bjefih, befih, bfih, bih, bh, acef, adggeh, agejih, ajih, aefih, afih, aih, ah,cdggeh, cgejih, cjih, cefih, cfih, cih, ch, dggeh, djih, defh, dfih, dih, dh, gjihe, gefih, gfih, gih, gh, jeih, jfih, jih, jh, efih,eih, eh,fih, fh, ih

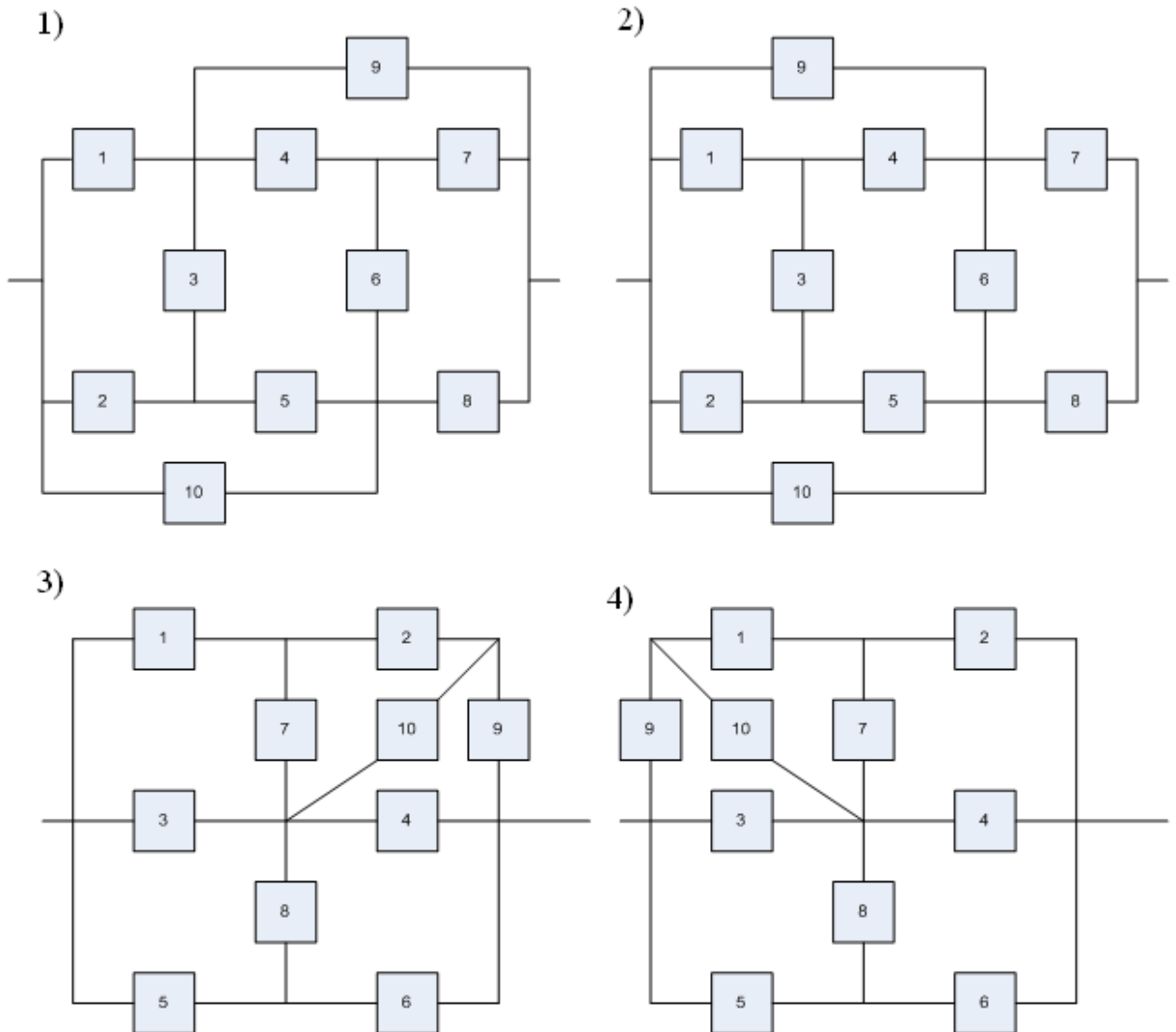
$$R_{\min} = \{ba, bcdh, bdggeh, acef, cdggeh, cgejih, defh, gfih, jih\}$$

		b		c	c			
	b	d	a	d	g	d	g	
b	c	g	c	g	e	e	f	j
a	d	j	e	j	j	f	i	i
	h	e	f	e	i	h	h	h
		h		h	h			

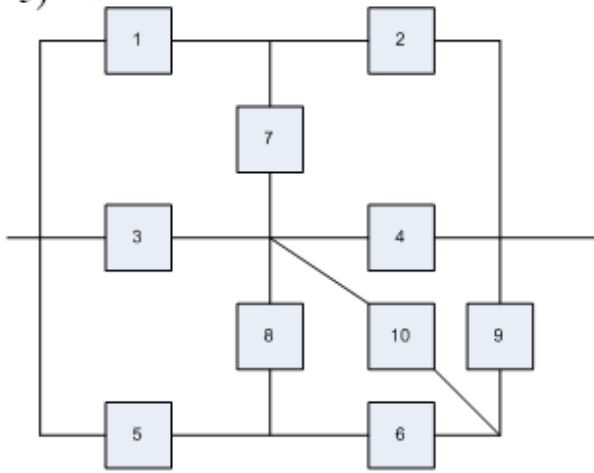
		2		3	3			
	2	4	1	4	7	4	7	
2	3	7	3	7	5	5	6	10
1	4	10	5	10	10	6	9	9
	8	5	6	5	9	8	8	8
		8		8	8			
0,9	0,999	0,999999	0,9999	0,999999	0,999999	0,9999	0,9999	0,999
99	99996	9999964	998329	9999957	9999981	999582	999929	9993
61	84	62	24	54	13	31	28	76

$P_{\text{ниж}}=0,99960912881339407304545691792941$

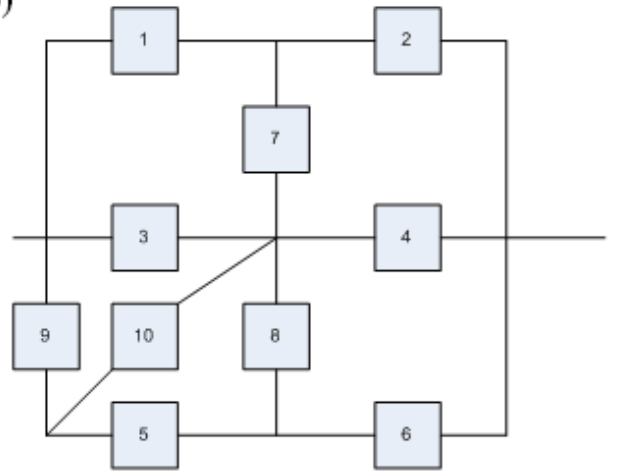
Варианты заданий.



5)



6)



ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЕТА

После выполнения каждой из практических работ студентом оформляется отчет и представляется преподавателю для проверки с последующей защитой (выполнение отчета и защита работы проводится каждым студентом индивидуально).

Работа оформляется в последовательности, приведенной в методических указаниях.

На первой странице пишется заглавие, указывается цель и объем работы в часах, Ф.И.О. студента, группа, дата выполнения.

Текст работы оформляется на ПЭВМ шрифтом Times New Roman с использованием средств текстового процессора и выводится на принтер на листах формата А4 (210 * 297 мм) с соблюдением ГОСТ 2.105-95, ГОСТ 8.417-2002 и ГОСТ 7.1-2003.

В отчете по проделанной работе должны быть включены следующие структурные элементы:

- а) титульный лист;
- б) цель работы;
- в) основная часть, содержащая постановку задачи и полученные результаты, а также отражающая процесс выполнения работы;
- г) выводы.

Перенос слов на титульном листе и в заголовках текста не разрешается. Точка в конце заголовка не ставится.

Защита практических работ осуществляется по результатам выполненного задания, в процессе защиты выполняется дополнительная проверка (с использованием контрольных вопросов) усвоения студентом материала.

ЛИТЕРАТУРА

1. Громов, Ю.Ю. Надежность информационных систем: учебное пособие / Ю.Ю. Громов, О.Г. Иванова, Н.Г. Мосягина, К.А. Набатов – Тамбов: Изд-во ГОУ ВПО ТГТУ, 2010. – 160 с. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» <http://window.edu.ru/resource/090/73090>

2. Лаврищева, Е. Методы и средства инженерии программного обеспечения [Электронный ресурс] / Е. Лаврищева, В. Петрухин. – М.: Интуит.ру, 2008. URL: http://www.intuit.ru/studies/professional_retraining/944/courses/237/info (Интернет-университет информационных технологий).