

Пособие по проведению лабораторных работ

**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ**

Кабков П.К.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ И СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ

Пособие
по проведению лабораторных работ

*для студентов III курса
специальности 160901
дневного обучения*

Москва-2008

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ»**

Кафедра технической эксплуатации ЛА и АД
П.К.Кабков

**ИССЛЕДОВАНИЕ ОПЕРАЦИИ И
СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ**

ПОСОБИЕ

по проведению лабораторных работ

*для студентов 111 курса
специальности 160901
дневного обучения*

Москва 2008

I. Общие положения

1.1 Целью проведения лабораторных работ на ПЭВМ является приобретение практических навыков по методам исследования операций и системного анализа с помощью автоматизированной системы ДИАНА при решении задач, тематически ориентированных на практические вопросы, решаемые на воздушном транспорте и его эксплуатационных предприятиях.

1.2. Лабораторные работы по дисциплине " Исследование операций и системный анализ" (ИОАСА) обеспечивают следующие основные темы дисциплины: "Эффективность систем" и "Вероятностно-статистические методы анализа систем и их элементов".

1.3. Пособие содержит краткое описание диалоговой программной системы ДИАНА, основные правила работы с ней и методические указания по выполнению непосредственно каждой лабораторной работы.

1.4. **Отчет** по каждой лабораторной работе должен содержать следующие данные:

- фамилия и инициалы студента, номер группы и подгруппы;
- номер, тема и цель работы;
- исходные данные выполняемого варианта (структурная схема системы, статистические данные и пр.);
- результаты работы;
- выводы по проделанной работе;
- подпись студента и дата выполнения работы.

1.5. Отчет по каждой работе должен **быть** представлен преподавателю для проверки и его защиты. После защиты работы преподаватель делает отметку в журнале контроля выполнения лабораторных работ и непосредственно на отчете.

2. Краткое описание диалоговой программной системы ДИАНА и основные правила работы с ней.

2.1.1 **Назначение** и общая характеристика системы ДИАНА. Автоматизированная **система ДИАНА разработана** СП "Диалог" и предназначена для проведения исследований по надежности сложных систем.

Система ДИАНА включает следующий перечень задач:

1. Расчет **систем** с заданными вероятностями **отказа** элементов.
2. Оптимальное резервирование (статистическая модель).
3. **Расчет** невосстанавливаемых **систем**.
4. Расчет систем с независимым восстановлением.
5. Расчет систем с ограниченным восстановлением.
6. **Расчет** показателей ЗИП.
7. Оптимизация ЗИП.
8. **Расчет коэффициента** эффективности.

1 При проведении **лабораторных** работ по дисциплине ИОСА используются первая, третья и восьмая задачи системы ДИАНА.

2.2. Запуск **системы ДИАНА**

1 Перед проведением лабораторных работ система ДИАНА заносится во все **ПЭВМ** компьютерную класса, что обеспечивает проведение лабораторных работ каждым студентом по индивидуальным заданиям (вариантам задачи).

При включении **компьютера** и после занесения в него операционной системы WINDOWS на экране **монитора** появятся ярлыки программных продуктов, внесенных в данный компьютер, среди них будет и ярлык системы **ДИАНА**. Поставив курсор на **этот** ярлык, щелкните по нему два раза левой кнопкой мышки. I на экране **появится** фирменная **заставка "ДИАНА"**,

Нажатием клавиши ENTER входим в меню системы ДИАНА, содержащее перечень решаемых с ее помощью задач. Выбираем курсором задачу, соответствующую выполняемой лабораторной работе, и входим в эту задачу.

2.3. Ввод исходной информации

Ввод исходной информации осуществляется с помощью таблиц и путем занесения статистических данных, полученных **в** результате эксперимента. Эти данные могут быть занесены как в виде полных, так и цепзурированных выборок.

2.3.1. **Работа** с таблицей

Основным средством для ввода исходной информации является "таблица элементов". Вторая таблица- "таблица типов"- вызывается нажатием клавиши "таб".

Обратный вызов первой таблицы осуществляется тем же способом. **Таблицы** элементов имеют столбцы, с помощью которых **задаётся** модель рассматриваемой системы, и столбцы, отражающие специфику решаемой задачи.

Столбец "имя"

Имя элементу можно и **не давать**, но для удобства работы каждому элементу рекомендуется дать имя (например, "блокГ¹", "элемент2\ "АВ" и т.п.). Имя элемента может **состоять** не более чем из 12 символов и является идентификатором. Оно может состоять из букв (как русских так и латинских), цифр и символов подчеркивания (-) и должно **начинаться** с буквы.

Для введения текста подводят курсор (синяя рамочка, обрамляющая ячейку) к месту нанесения имени, нажимают клавишу ENTER, и в появившейся **зачерненный** прямоугольник заносится необходимый текст. Нажимаем клавишу ENTER. Зачернение **пропадает**, но текст сохраняется. Аналогично заносятся тексты (или цифры) в любую **другую** ячейку этой строки.

Последовательность занесения имен элементов в столбец "имя" должно **еёрого соответствовать** структуре исследуемой системы. Для этого необходимо руководствоваться следующими правилами. Первое имя элемента структуры системы заносится после команды ALT/N-ENTER. Последующие имена элементов структуры отображаемой системы заносятся следующим способом. *Если заносимый элемент подчинен данному, то используется команда ALT/N-ENTER. Если заносимый элемент находится на том же уровне структуры системы, то используется команда ALT/N-"стрелка вниз" « ↓ »*

Столбец "структура"

Отдельный элемент не имеет структуры, потому для него этот столбец не заполняется. В лабораторных работах этой дисциплины используются последовательные и параллельные соединения **элементов**. В "ДИАНЕ" для обозначения этих структур используются обозначения ПОСЛ и НАГР. Для введения этих обозначений в столбец "структура" необходимо курсор подвести в расположение этого столбца, **нажать** клавишу F8 и в появившемся списке структур выбрать необходимую структуру (последовательное соединение или параллельное соединение нагруженный резерв). После этого нажать клавишу Insert. В ячейке появятся обозначения ПОСЛ или НАГР.

(Столбец "вероятность отказа")

Вероятность отказа задается только для элементов самого нижнего уровня. Если элемент не является элементом нижнего уровня, то его характеристики определяются **характеристиками и** структурой соединения подчиненных элементов. Для **любого** элемента может быть заполнен либо столбец "вероятность отказа", либо столбец "структура". Одновременное заполнение **этих** столбцов недопустимо.

2.3.2. Команды, используемые при заполнении таблицы элементов.

1. ВСТАВКА НОВОГО ЭЛЕМЕНТА - команда ALT \ N

Команда ALT \ N осуществляется одновременным нажатием клавиш ALT и N. После этой команды в двух нижних строках экрана появится запрос о характере подчиненности элемента. Если необходимо вставить элемент, подчиненный текущему, то следует нажать клавишу **ENTER**. Если новый вводимый элемент находится на том же уровне, то нажимается клавиша со стрелкой вниз (элемент будет вставлен вслед за текущим), или стрелкой вверх (элемент будет вставлен перед текущим).

2. УДАЛЕНИЕ НЕВЕРНО ЗАНЕСЕННОЙ СТРОКИ - команда ALT \ D

После выдачи команды ALT \ D в нижней строке экрана будет выдан запрос на подтверждение этой операции. При подтверждении нажмите ENTER, при отказе нажмите любую другую клавишу.

3. УДАЛЕНИЕ ОТДЕЛЬНОЙ НЕВЕРНОЙ ЗАПИСИ - клавиша DEL

По этой команде сбрасывается значение, занесенное ранее в текущую ячейку

4. СВОРАЧИВАНИЕ ПОДЧИНЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ - клавиша С, команда ALT \ С

С - сворачиваются (становятся невидимыми) элементы, подчиненные текущему. ALT \ С - сворачиваются все элементы, расположенные на уровнях ниже текущего уровня (уровня, на котором находится курсор).

5. РАЗВОРАЧИВАНИИ ПОДЧИНЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ - клавиша О, команда A1Л\().

О - разворачиваются (становятся видимыми) элементы следующего уровня, подчиненные текущему элементу. ALT \ О - **разворачиваются** все элементы, расположенные ниже текущего уровня.

Операции сворачивания и разворачивания подчиненных элементов **могут** быть полезны в тех случаях, когда размерность задач велика. Эти операции дают возможность при необходимости "прятать" часть подчиненных элементов и видеть не все элементы модели, а только наиболее крупные блоки. Это позволяет более четко **отслеживать** структуру модели и процесс ее создания и редактирования.

7 3. Методические указания по проведению лабораторных работ

3.1. Лабораторная работа №1

Тема: Расчет эффективности иерархических систем

Цель работы: Приобрести навыки расчета эффективности иерархических систем с помощью диалоговой программной системы «Диана» на ПЭВМ.

3.1.1. Постановка задачи.

Лабораторная работа №1 выполняется с помощью задачи № 8 системы «Диана»- *расчет коэффициента эффективности*. Этот блок системы предназначен для расчета -эффективности произвольных ветвящихся систем с учетом надежности их элементов. Рассматриваются сложные системы, которые имеют более двух уровней Функционирования, т.е. могут находиться в состояниях, промежуточных между полной работоспособностью и полным отказом. При этом элементы системы имеют только два состояния (работоспособное и неработоспособное), и для каждого элемента задается вероятность его работоспособности (вероятность отказа). Предполагается, что состояния всех элементов независимы.

Элемент нижнего уровня (исполнительный) считается нормально функционирующим, если работоспособен он сам и работоспособны все вышестоящие элемент!], которым он подчинен.

3.1.2. Особенности заполнения таблицы элементов

После вызова задачи №8 системы «Диана» - *расчет коэффициента эффективности* - на экране появляется таблица элементов (рис. 1)

Таблица элементов *** MODEL **

Имя	М	Тип	Вероятность отказа	Эффективность	(P)
***MODEL**					

Рис.]

Заполнение столбца «имя» производится в соответствии с правилами, изложенными в разделе 2 настоящих методических рекомендаций.

Особенностью заполнения столбца «Вероятность отказов» является то, что этот параметр указывается для всех элементов системы, как имеющих, так и не имеющих подчиненных элементов.

В столбце «Эффективность» заполняются только значения, соответствующие элементам нижнего уровня (исполнительным). Числовые значения этого параметра зависят от существа рассматриваемой задачи. Например, это может быть количество произведенной продукции, стоимость продукции и пр.

Следует иметь в виду, что после исходной системы МООКЦ являющейся вершиной иерархической структуры, на втором уровне может быть как один, так и несколько подчиненных элементов. На рис.2 приведен пример исходной иерархической структуры, а на рис.3 заполненная в соответствии с этой структурой таблица элементов.

Вероятности отказов всех элементов и эффективность элементов нижнего уровня в таблице показаны условными обозначениями. Конкретные цифровые значения выдаются как вариант преподавателем каждому студенту.

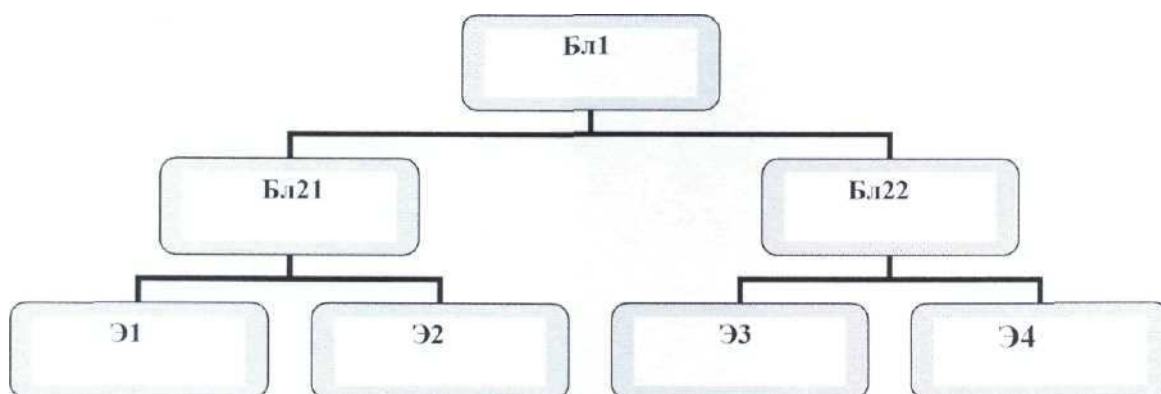


Рис.2

Таблица элементов Э3 34					
Имя	М	Тип	Вероятность отказа	Эффективность	
MODEL .			R21	-----	
Бл1..			R31	-----	
Бл21			R32	A1	
...Э1 .			R22	A2	
..Э2 ..			RЭ3		
Бл22 ...			R)4	-----	
Э3. ..			R1	A3	
Э4				A4	

Рис.3

3.1.3. Завершающие операции, вывод результатов

С помощью клавиши F10 вызывается меню операций. Подводим курсор к операции «Синтаксический контроль» и нажмем **ENTER**. На экране будут высвечены ошибки, которые необходимо исправить и предупреждения о неточных записях, которые не оказывают влияния на результат, но для задачи не обязательны. *Предупреждение:* на некоторых программах операция «Синтаксический контроль» приводит к «зависанию» программы. Поэтому перед выходом на **операцию «Счет»** **тщательно** проверьте записи в таблице элементов и попросите преподавателя **проконтролировать правильность ваших записей**.

После синтаксического контроля клавишей F10 снова вызываете меню операций и курсором вызываете операцию «Счет», после чего **нажимаете ENTER**. На экране высвечивается надпись «вероятность отказа ...MODEL...». После нажатия клавиши **ENTER**, появляется **затемненный** прямоугольник, куда заносится значение этой вероятности, например, 0.0001. Далее, после нажатия клавиши ENTER, курсор ставится **на** операцию «Счет» после чего нажимается клавиша **ENTER**. На экране будут высвечены значения коэффициента эффективности и дисперсии исходной системы MODEL..

Нажав на клавишу ESC, вводим результаты расчетов в таблицу элементов. Результаты расчетов заносятся в таблицу с меткой (P).

При необходимости рассчитать новый вариант нужно с помощью клавиши F10 **войти** в меню операций и **осуществить** операцию «Сброс модели». После этого заполнить столбец «имя» в соответствии с новой структурой, заполнить **остальные столбцы** и осуществить **счет**.

3.2. Лабораторная работа №2

Тема: Расчет качества системы по заданным вероятностям отказа ее элементов. *Цель работы:* приобрести навыки расчетов характеристик систем с различными структурами по заданным характеристикам элементов структуры.

В рамках лабораторной работы №2 последовательно решаются следующие задачи:

- показатели надежности системы с линейной структурой;
- показатели **надежности** системы с параллельной структурой;
- показатели надежности системы со смешанной структурой.

Настоящая лабораторная работа выполняется с помощью первой позиции меню системы **ДИАНА**.

3.2.1. Необходимые теоретические сведения.

Для структурной схемы системы с последовательным соединением элементов (рис.4) вероятность безотказной работы системы $P_{nc}(t)$ равна

$$P_{nc}(t) = \prod_{I=1}^N P_I(t) \quad (3.2.1.)$$

где $P_i(t)$ – вероятность безотказной работы **i-го** элемента.

Соответственно вероятность отказа $Q_{NC}(t)$ равна

$$Q_{NC} = 1 - P_{NC}(t) = 1 - \prod_{i=1}^N P_{NC}(t) \quad (3.2.2.)$$

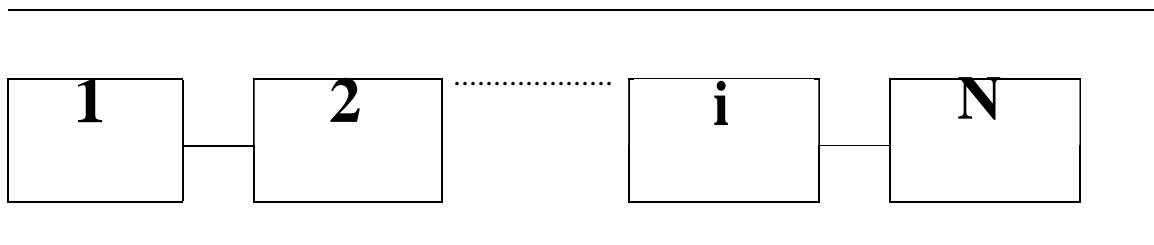


Рис.4

В системе «ДИАНА» последовательное соединение в таблице элементов в столбце «структура» имеет обозначение **ПОСЛ**.

Для структурной схемы с параллельным объединением N элементов (рис.5) вероятность безотказной работы системы $P_{np}(t)$ равна

$$P_{np}(t) = 1 - \prod_{i=1}^N P_i(t) \quad ($$

3.2.3.) Соответственно вероятность отказа

$$Q_{np} = 1 - P_{np}(t) = 1 - \prod_{i=1}^N [1 - P_i(t)] \quad (3.2.4.)$$

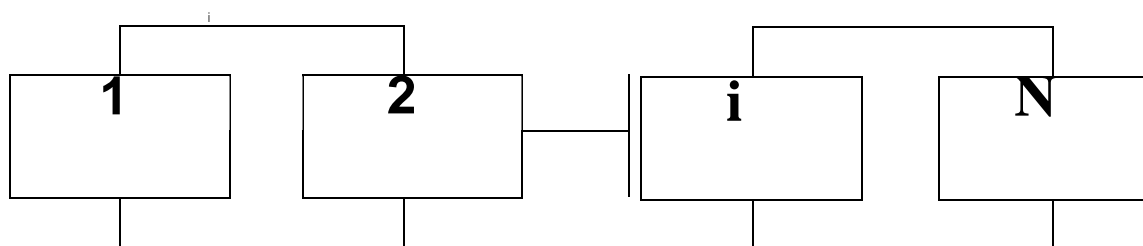


Рис.5

В системе «Диана» такая структура имеет обозначение НАГР - нагруженное параллельное соединение.

Структурные схемы смешанного соединения могут иметь разные конфигурации. Один из примеров такой структуры приведен на рис.6.

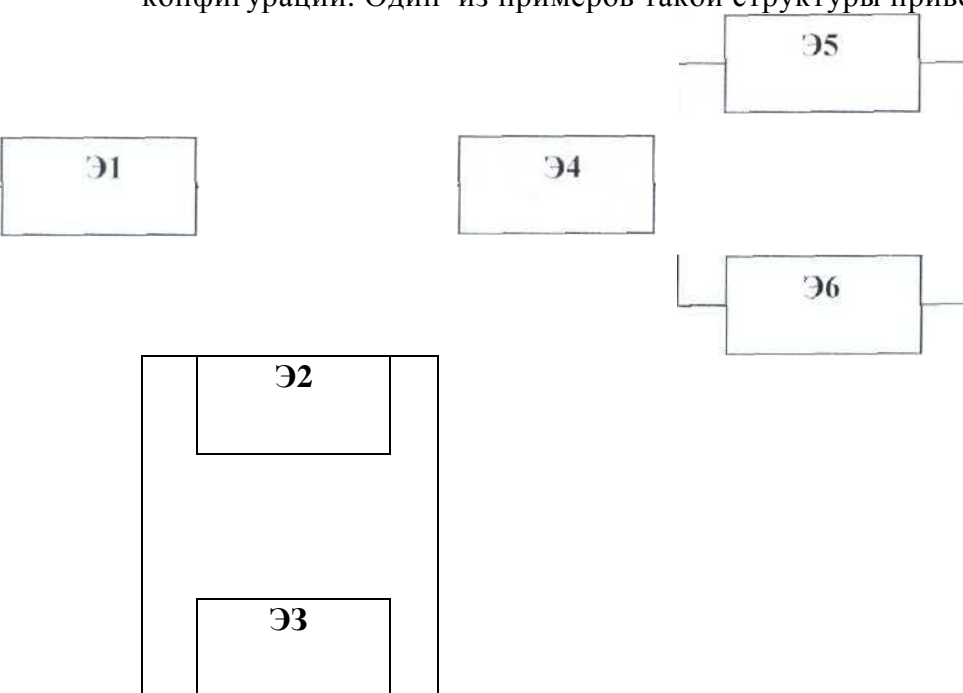


Рис.6

Для определения характеристик систем, имеющих сложную структуру, рекомендуется разбивать сложную схему на блоки, **имеющие** параллельную или последовательную структуры. **Расчеты** в этом случае ведутся по формулам, приведенным выше для каждого блока. Конкретные рекомендации приведены в

описаниях задач по различным **видам структур**.

3.2.2. Задача №1 Показатели надежности системы с последовательным соединением элементов.

Для решения задачи №1 каждому студенту выдается вариант задачи с указанием количества последовательно соединенных элементов и **вероятность** отказа каждого элемента.

Необходимо войти в систему «Диана» затем в меню этой системы и, установив курсор на задаче «**Расчет** систем с заданными вероятностями отказов», нажать клавишу **ENTER**. На экране появится таблица элементов, порядок работы с которой описан в п.2.3.1.

Для заполнения столбца «Имя» каждому элементу необходимо дать имя, например, «EL1», «EL2» и т.д. Заметим, что имена лучше вставлять в латинском алфавите, т.к. смена алфавита может **привести** к сбою программы.

Введение первого элемента осуществляется командой ALT\N и клавишей ENTER. Нажатием клавиши ENTER зачерняется прямоугольник, в который и заносится требуемое имя.

Все последующие элементы вводятся той же командой ALT\N и нажатием клавиши «1». Против каждого элемента в столбце «Вероятность отказа» ставится это значение из выданного студенту **варианта** задания. В столбце «Рез. кол.» везде **проставляется** «1». Этот столбец используется в том случае, когда в условиях задачи дается количество резерва **того** или иного элемента.

На рис.7 приведен пример таблицы, заполненной для системы, состоящей из двух последовательно соединенных элементов.

Таблица элементов		EL2				
Имя	M	Тип	Структура	Вероятность отказа	Рез. кол.	(P)
***MODEL**		***	ПОСЛ	***		
EL1		-----	-----	0.005	1	

EL2		-----	-----	0.002	1	
------------	--	-------	-------	-------	---	--

Рис.7

В системе предусмотрена диагностика ошибок после ввода исходной информации. Для этого необходимо нажать клавишу **F10**, поставить курсор на позицию «Диагностика ошибок» и нажать ENTER. Если ошибок нет, то расчет задачи производится путем входа в счетный блок нажатием курсора на клавишу F10, постановкой курсора на режим «Счет» и нажатием клавиши **ENTER**. При непосредственном обращении к режиму «Счет» диагностика проводится автоматически

Обратите внимание, что **вероятность** отказа всей системы больше, чем **вероятность** отказа самого неадекватного элемента,

3.2.3. *Задача №2.* Показатели **надежности системы** с параллельными соединениями элементов.

Перед решением задачи №2 необходимо сбросить модель задачи №1. Для этого нажатием клавиши ПО вызывается меню, в котором с помощью курсора выбирается операция «Сбросить модель» и нажимается ENTER.

Каждому студенту выдается вариант задачи с указанием количества параллельно соединенных элементов и вероятность отказа каждого элемента.

Поскольку исходная модель является структурой с последовательным соединением элементов, то параллельно соединенные элементы выделяются в отдельный блок, даже если таких блоков всего один.

Следует иметь в виду, что блок параллельно соединенных элементов может включать не только два элемента, а несколько элементов, причем они могут в свою очередь **составлять** подблоки, последовательно или параллельно соединенных элементов.

В столбце «Структура» блок последовательно соединенных элементов обозначается пометкой ПОСЛ, а параллельный блок - пометкой Е1АГР. Для введения этих обозначений следует нажать клавишу F8, выбрать курсором из списка видов структур нужную и нажать клавишу Insert. Соответствующая пометка будет занесена в столбец «Структура».

Последовательность ввода наименований блоков и элементов в столбец «Имя» подчиняется следующему правилу: если блок (или элемент) подчинен данному, то он вводится командой ALT \ N и клавишей ENTER; если блок (элемент) находится на

том же уровне, то он вводится командой ALT \ N и клавишей « ↓ ».

Против каждого элемента в столбце «Вероятность отказа» проставляется значение этого параметра, взятого из индивидуального задания.

На рис.8 приведен пример системы параллельно соединенных элементов, а на рис.9 приведена заполненная для этого примера таблица элементов.

Порядок ввода в расчетный блок, расчет задачи и просмотр результатов **аналогичны предыдущей** задаче.

Обратите внимание, что вероятность отказа отдельного блока и всей системы меньше **вероятности** отказа самого надежного элемента, что свидетельствует о

ТОМ, что надежность системы повышается за счет параллельного соединения элементов.

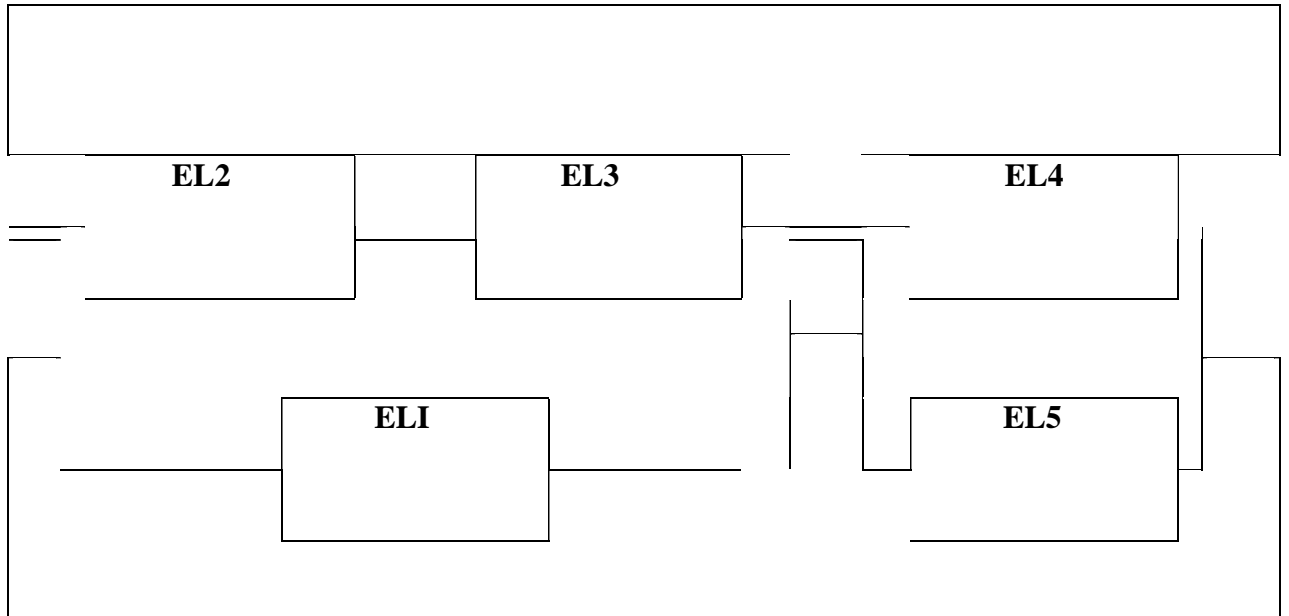


Рис.8

Таблица элементов			EL5			
Имя	М	Тип	Структура	ероятность отказа	Резерв	(P)
MODEL**		*	ПОСЛ	****		
. BL1		-----	НАГР	-----	1	
.. EL1		-----	-----	0/01	1	
.. BL11		-----	ПОСЛ	-----	1	
... EL2		-----	-----	0/03	1	
... EL3		-----	-----	0/05	1	
. BL2		-----	НАГР	-----	1	
.. EL4		-----	-----	0/01	1	
.. EL5		-----	-----	0/02	1	

Рис.9**13.2.4. Задача №3.** Показатели надежности системы со смешанной структурой.

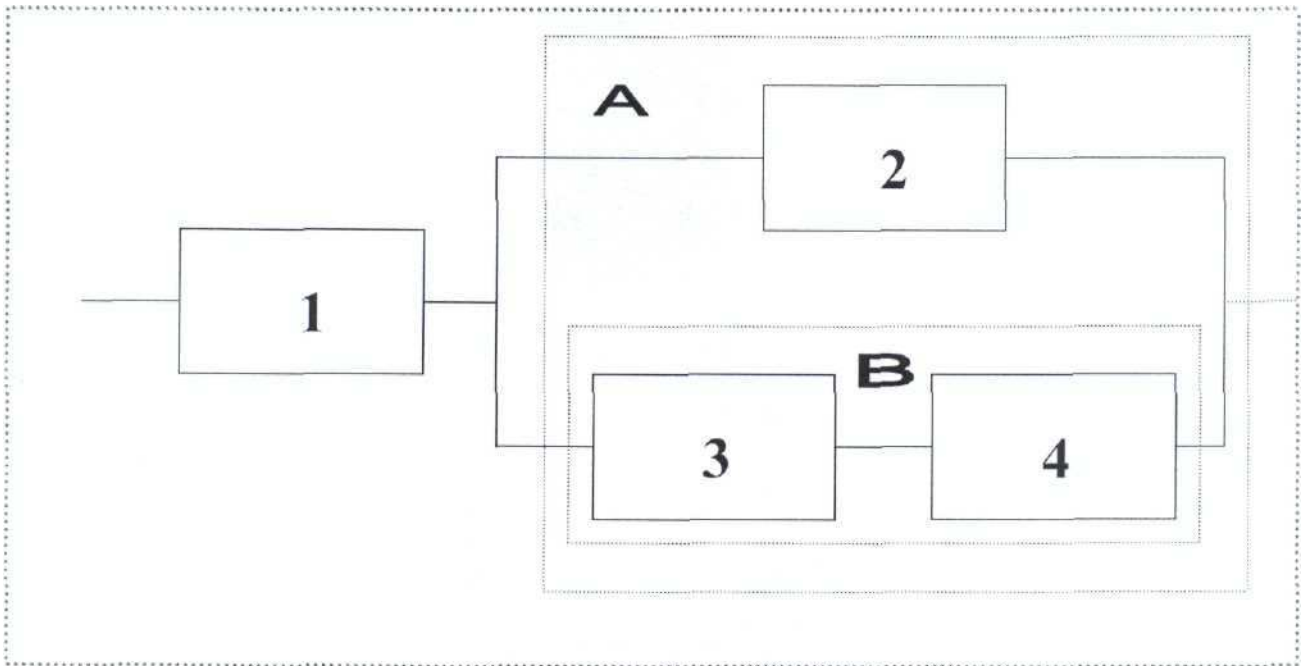
Перед решением -задачи №3 необходимо сбросить модель задачи №2 (клавиша F10, курсором выбирается операция «Сбросить модель» и нажимается **ENTER**).

Каждому студенту выдается вариант -задачи со структурной схемой системы и вероятностями отказа элементов.

Выполнение задачи необходимо начинать с разбивки сложной структуры на блоки **таким** образом, чтобы исходная модель была приведена к структуре с последовательным соединением. В модель могут кроме блоков, имеющих подчиненные элементы, входить также элементы нижнего уровня, т.е. являющиеся единичными, не имеющими структуры.

Разбивка исходной структуры на блоки и занесение информации в таблицу элементов является важнейшей операцией, т.к. только правильно заполненная таблица отражает исходную исследуемую структуру.

В качестве примера рассмотрим систему, структура которой и разбиение на блоки, приведены на рис.10).

**Рис10**

Модель, как известно, должна быть последовательно соединенной. Её образуют элемент 1 и блок А. Блок А, в свою очередь, является параллельной структурой, состоящей из элемента 2 и блока В. Блок В представляет собой два последовательно соединенных элемента (3 и 4).

16 Чтобы не допустить ошибки при отображении структуры, в таблице элемент записи **рекомендуется производить слева направо, соблюдая иерархию подчиненности в сложных блоках.**

Таблица элементов с записями, отражающими структуру рассматриваемой модели, приведена на рис. 11.

Таблица элементов		EL4				
Имя	М	Тип	Структура	Вероятность отказа	Резерв	(Р)
◆◆MODEL**		****	ПОСЛ	****		
.EL1		-----	-----	R1	1	
.BLA		-----	НАГР	-----	1	
„EL2		-----	-----	R2	1	
..BLB		-----	ПОСЛ	-----	1	
...EL3		-----	-----	R3	1	
...EL4		-----	-----	R4	1	

Рис11

В столбце «**Вероятность отказа**» указываются только соответствующие параметры элементов, не имеющих подчиненных, т.е. исходных элементов. В столбце «**Структура**» указывается только структура блоков. Так, в нашем примере, блок А является параллельной нагруженной структурой, а блок В последовательной **структурой**. Иерархия структуры отражена количеством точек перед наименованием блока или элемента. Так, элемент 1 и блок А имеют по одной точке. **Элемент 2** и блок В, как составляющие блока А (второй уровень подчиненности), имеют две точки. Элементы 3 и 4, как составляющие блока В (третий уровень подчиненности), имеют три точки. **Такой** способ записи в таблице элементов позволяет проконтролировать правильность отображения исходной структуры исследуемой системы.

Порядок входа в расчетный блок, расчет задачи и просмотр результатов аналогичны предыдущим задачам. В качестве дополнительного контроля обратите внимание на то, что вероятность отказа блока В должна быть больше худшей из составляющих его элементов (3-го или 4-го). Вероятность отказа блока А- меньше **лучшего** из его составляющих (элемента 2 или блока В). Вероятность отказа модели в целом больше худшей из системы, в которую входят элемент 1 и блок А.

3.3. Лабораторная работа №3

Тема; Определение функции распределения параметров по данным выборки.

Цель работы: Приобрести навыки обработки статистической информации с помощью системы «Диана».

3.3.1. *Первый этап работы.* Статистическая обработка результатов наблюдений.

Исходной информацией для выполнения первого этапа является статистический ряд результатов наблюдений. Исходные данные получает каждый исполнитель работы.

Статистическая обработка результатов наблюдений заключается в построении эмпирических функций распределения и гистограмм плотностей распределения.

Последовательность действий при выполнении первого этапа работы состоит в следующем.

После запуска системы ДИАНА и вызова меню системы необходимо войти в задачу 3 системы ДИАНА «Расчет невозстанавливаемых систем» путем установки курсора на эту задачу и нажатия клавиши ENTER. На экране появится таблица элементов. Если появится таблица типов, то переход в таблицу элементов осуществляется нажатием клавиши «lab».

Задание исходной статистической информации производится в окне выборки, для чего следует установить курсор в столбец «Фр» таблицы элементов и нажать клавиши F8 и ENTER. В верхней части экрана появится список функций распределения. Курсор установить в последнюю строку списка «Выборка» и нажать клавишу ENTER. На экране появится окно выборки.

Окно выборки представляет собой текстовый редактор со следующими строками:

- название
- завершенные
- незавершенные.

Если стоит задача выяснить, какому распределению принадлежит исследуемая выборка, то в строку «название» заносится наименование объекта исследования.

В строку «завершенные» заносятся статистические данные исследуемых характеристик. Статистические данные заносятся в виде чисел через пробел.

В строку «незавершенные» заносятся статистические данные по наработкам, не завершившихся отказом. Правила работы с этой строкой такие же как и с разделом «завершенные».

Построение гистограммы и эмпирической функции распределения наработок до отказа производится с помощью команды ALT \N. В левой части экрана появляются график эмпирической функции распределения G (в верхней части экрана) и гистограмма плотности распределения f (в нижней части экрана).

Пример результатов статистической обработки результатов наблюдений приведен на рис.12.

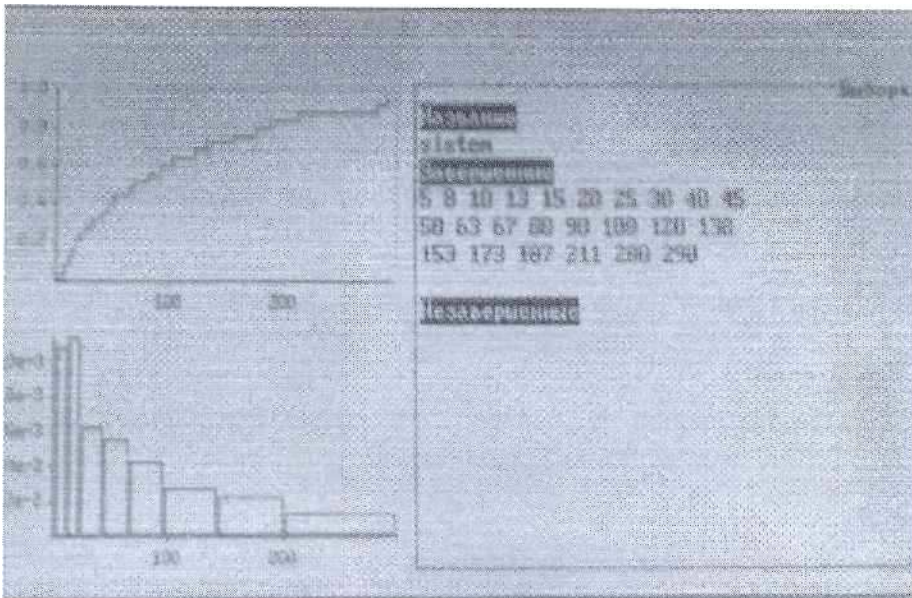


Рис. 12

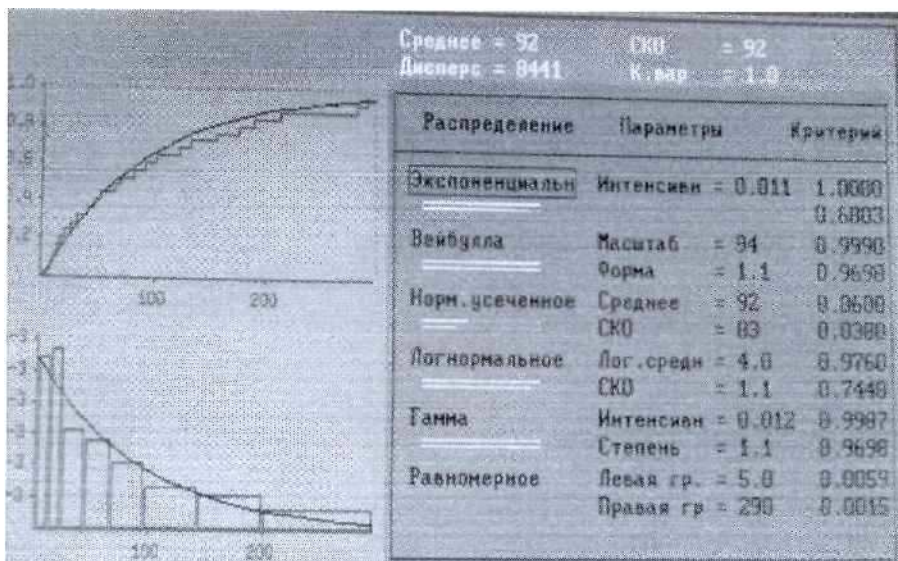


Рис. 13

3.3.2. *Второй этап работы.* Определение закона распределения величин, полученных в **результате** наблюдений (измерений).

Целью второго этапа является подбор подходящей функции распределения из имеющихся стандартных типов, которая наилучшим способом аппроксимирует эмпирическую функцию распределения.

Переход в окно аппроксимации производится командой ALT \ N после получения гистограммы и эмпирической функции распределения (рис. 12).

В правой **части** экрана будут высвечены возможные функции распределений. **Последовательно** перебираем каждую функцию распределения, нажимая клавишу **ENTER**. При этом каждый раз на полученные ранее функции распределения и гистограммы будут наложены графики выбранной теоретической функции. В средней колонке правой части экрана появляется информация о параметрах выбранной функции распределения. В правой колонке-критерии соответствия выбранного теоретического распределения эмпирическим данным. Эти критерии отражают уровень **значимости** при проверке гипотезы о характере распределения. Для **наглядности** под названием функции распределения высвечиваются две линейки, степень светлости которых отражает степень приближения выбранной теоретической функции эмпирическим данным (уровень значимости).

Если уровень значимости меньше 0.01, то светлая линия **отсутствует, т.к.** несоответствие слишком велико.

Сравнив уровни значимости всех представленных теоретических законов распределения, выбирается тот закон, который наилучшим образом аппроксимирует эмпирические статистические данные.

Пример результатов выполнения второго этапа работы приведен на рис.13.