

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования  
«Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники»

Кафедра электронной техники и технологии

**АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ  
БИОМЕДИЦИНСКОЙ ИНФОРМАЦИИ**

Методические указания и контрольные задания

для студентов специальности I-39 02 03  
«Медицинская электроника» заочной формы обучения

Минск 2007

УДК 681.3.016+621.38 (075.8)

ББК 32.97+32.844 я73

А 22

С о с т а в и т е л ь

А. А. Костюкевич

**Автоматизированные системы обработки биомедицинской информации** : метод. указания и контр. задания для студ. спец. I-39 02 03 «Медицинская электроника» заоч. формы обуч. / сост. А. А. Костюкевич. – Минск : БГУИР, 2007. –16 с. : ил.

В работе приведены содержание дисциплины «Автоматизированные системы обработки биомедицинской информации», методические указания к ее изучению и варианты заданий контрольной работы.

**УДК 681.3.016+621.38 (075.8)**

**ББК 32.97+32.844 я73**

© Костюкевич А. А., составление, 2007

© УО «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», 2007

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Предмет дисциплины и цель ее изучения .....	4
2. Задачи изучения и структура дисциплины.....	4
3. Рекомендации по изучению дисциплины.....	4
4. Содержание дисциплины .....	5
5. Лабораторные работы .....	8
6. Практические занятия.....	8
7. Контрольная работа .....	8
8. Варианты индивидуальных заданий.....	15
Литература .....	16

Библиотека БГУИР

## 1. ПРЕДМЕТ ДИСЦИПЛИНЫ И ЦЕЛЬ ЕЕ ИЗУЧЕНИЯ

Предмет дисциплины – основы автоматизированной обработки биомедицинской информации. Цель изучения дисциплины – рассмотреть основные задачи обработки биомедицинской информации, методы и средства их решения, а также структуру, принципы построения и применения баз данных, являющихся основой автоматизированных систем обработки биомедицинской информации (АСОБИ).

## 2. ЗАДАЧИ ИЗУЧЕНИЯ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

В результате изучения дисциплины студенты должны:

### **знать**

- принципы организации банков данных;
- принципы построения систем управления базами данных;
- принципы организации поиска информации;
- принципы статистической обработки биомедицинской информации;

### **уметь**

- использовать системы управления базами данных;
- использовать пакеты прикладных программ статистической обработки данных;

### **иметь представление**

- об основных типах и структуре представления данных в автоматизированных системах;
- о структуре и характеристиках АСОБИ;
- о моделях баз данных.

Программа дисциплины рассчитана на 16 часов аудиторных занятий: лекций – 6 часов, практических занятий – 2 часа, лабораторных занятий – 8 часов. При изучении дисциплины выполняется одна контрольная работа. Форма отчетности – экзамен.

## 3. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины основано на использовании знаний, полученных студентами по следующим дисциплинам: «Высшая математика, теория вероятности и математическая статистика», «Программирование», «Аппаратные и программные средства персональных компьютеров».

Изучение дисциплины предусматривает систематическую самостоятельную работу студентов со специальной технической литературой, а также использование технических средств обучения, компьютеров при выполнении лабораторных работ и заданий контрольной работы.

При изучении темы «Статистическая обработка биомедицинской информации» необходимо обратить внимание на специфику применения методик статистической обработки информации при проведении медицинских исследований. При изучении темы «Принципы построения банков данных» следует обра-

тить внимание на изучение принципов построения реляционных баз данных и их использование для хранения и обработки биомедицинской информации. При изучении темы «Основы построения автоматизированных систем обработки биомедицинской информации» рекомендуется широко использовать справочную и специальную научно-техническую литературу, рекламно-информационные источники и сеть Internet.

Рабочим планом дисциплины предусмотрено выполнение контрольной работы. Задания контрольной работы выдаются индивидуально каждому студенту во время установочной сессии. При выполнении контрольной работы студенты используют программный пакет «MS Excel» версии 2000 г. или более поздние. При выполнении заданий полезным будет использование учебно-методического пособия [13], в котором приведены примеры решения и оформления аналогичных задач. Контрольная работа оформляется в виде распечатки результатов решения заданий на бумажном носителе информации по общепринятым правилам. Решения заданий должны сопровождаться необходимыми комментариями и заканчиваться выводами. Файл формата «xls» с решениями должен прилагаться к контрольной работе на дискете или пересылаться по электронной почте на указанный преподавателем адрес.

## **4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **4.1. Статистическая обработка биомедицинской информации**

#### **4.1.1. Биомедицинская информация и способы ее получения**

Биомедицинская информация: основные понятия и определения. Способы получения биомедицинской информации. Необходимость автоматизации обработки биомедицинской информации.

Содержание и этапы организации медико-статистического исследования: составление плана и программы исследования, проведение статистического наблюдения, группировка результатов наблюдений, статистическая обработка и анализ полученных результатов, оформление отчета [1].

#### **4.1.2. Относительные величины в медицинских исследованиях**

Относительные величины распределения и частоты. Стандартизированные относительные показатели. Методы определения стандартизированных относительных показателей: прямой, косвенный, обратный [1].

#### **4.1.3. Статистическая обработка вариационного ряда**

Вариационный ряд. Методы составления вариационного ряда. Обобщенные характеристики вариационного ряда. Статистическая обработка вариационного ряда при нормальном законе распределения вариант. Методика определения обобщенных характеристик вариационного ряда. Основные свойства средней арифметической величины. Показатели колеблемости вариационного ряда: амплитуда, СКО, коэффициент вариации.

Выборочный метод исследования: основные понятия и определения. Методы формирования выборочной совокупности. Определение объема выборочной совокупности. Сравнение средних арифметических величин двух выборок из совокупности с нормальным распределением вариантов [1, 3, 13].

#### **4.1.4. Основы дисперсионного анализа**

Дисперсионный анализ: основные понятия и определения. Методика однофакторного и двухфакторного дисперсионного анализа. Методика однофакторного дисперсионного анализа при альтернативном варьировании результа- тивного признака [1, 3].

#### **4.1.5. Определение соответствия эмпирических и теоретических данных**

Определение соответствия эмпирических и теоретических данных: ос- новные понятия и определения. Методика определения критерия соответствия. Определение соответствия при изучении альтернативного признака. Определе- ние критерия  $\chi^2$  по данным, представленным в сложных таблицах. Проверка соответствия вариационного ряда теоретическому распределению [1, 3].

#### **4.1.6. Основы корреляционного анализа**

Корреляционный анализ: основные понятия и определения. Методика оп- ределения коэффициента корреляции при малом и большом числе наблюдений. Средняя ошибка коэффициента корреляции. Множественная корреляция. Кор- реляционное отношение [1, 2, 3].

#### **4.1.7. Основы регрессионного анализа**

Регрессионный анализ: основные понятия и определения. Коэффициент регрессии. Средняя ошибка коэффициента регрессии. Достоверность коэффи- циента регрессии [1, 2, 3].

#### **4.1.8. Непараметрические критерии в медицинских исследованиях**

Непараметрические критерии: основные понятия и определения. Крите- рии для характеристики одной совокупности. Критерии различия для двух со- пряженных и несопряженных совокупностей. Непараметрические методы изу- чения связи [1, 2, 3].

#### **4.1.9. Статистическая обработка информации с использованием статистических пакетов**

Пакеты прикладных программ для статистической обработки информа- ции. Статистическая обработка биомедицинской информации с использованием пакета «MS Excel».

### **4.2. Принципы построения банков данных**

#### **4.2.1. Общие сведения о банках данных**

Структура данных, обрабатываемых автоматизированными системами обработки информации. Способы представления данных. Основные структуры

данных. Базы данных (БД). Основные свойства баз данных. Логический и физический уровень представления данных. Модели данных. Язык манипулирования данными. Автономные базы данных. Файл-серверные базы данных. Многоярусные базы данных. Базы данных клиент/сервер. Системы управления базами данных (СУБД). Взаимосвязь СУБД с прикладными программами [2, 4, 5, 6, 10, 12].

#### **4.2.2. Принципы построения реляционных баз данных**

Реляционный подход к построению БД. Реляционная модель данных. Типы реляционных баз данных. Реляционная алгебра. Реляционное исчисление. Внутренняя организация реляционных баз данных. Индексы. Ключи. Псевдоним базы данных. Целостность данных [2, 4, 5, 6, 10, 12].

#### **4.2.3. Принципы построения иерархических и сетевых баз данных**

Иерархический и сетевой подходы к построению БД. Принципы использования баз данных, построенных с использованием иерархического и сетевого подходов. Инвертированные БД [2, 4, 5, 6, 10, 12].

#### **4.2.4. Системы управления базами данных**

Общие сведения о современных СУБД. Критерии выбора оптимальной СУБД. Основные приемы работы с СУБД «ACCESS 2000» [2, 4, 5, 6, 10, 12].

### **4.3. Основы построения автоматизированных систем обработки биомедицинской информации (АСОБИ)**

#### **4.3.1. Архитектура построения АСОБИ**

Принципы построения автоматизированных систем обработки биомедицинской информации. Информационное, математическое, программное и техническое обеспечение автоматизированных систем обработки информации и их взаимосвязь. Сосредоточенные и распределенные средства обработки информации. Компьютерные сети. Стратегия клиент/сервер [2, 7, 8, 9, 11].

#### **4.3.2. Техническое обеспечение АСОБИ**

Компьютеры. Электронная оргтехника. Техническое обеспечение компьютерных сетей. Периферийное оборудование информационных сетей [2, 7, 8, 9, 11].

#### **4.3.3. Программное обеспечение АСОБИ**

Архитектура программного обеспечения (ПО). Основные компоненты ПО АСОБИ. Системное ПО. Сетевое ПО АСОБИ. Прикладное ПО. Принципы использования прикладного ПО [2, 7, 8, 9, 11].

## 5. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

Название темы	Содержание	Объем в часах
1. Основы работы с СУБД «ACCESS 2000». Работа с таблицами.	Изучение методики построения базы данных с использованием СУБД «ACCESS 2000»	4
2. Основы работы с СУБД «ACCESS 2000». Работа с данными при помощи запросов.	Изучение методики организации поиска и обработки информации с использованием СУБД «ACCESS 2000»	4

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Название темы	Содержание	Объем в часах
Статистическая обработка вариационного ряда.	Изучение методики построения и статистической обработки вариационного ряда	2

## 7. КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

**Задание 1.** Провести анализ данных в рамках описательной статистики с использованием средств **Вставка функций** и **Мастер диаграмм MS Excel**.

1. Запустите MS Excel и сохраните созданную при запуске книгу под именем **Контрольная работа\_ФИО**.

2. Переименуйте ярлык рабочего листа **Лист 1** в ярлык **Описательная статистика**.

3. Используя инструмент **Генерация случайных чисел** пакета **Анализ данных**, сформируйте массив исходных данных в соответствии с выданным преподавателем индивидуальным заданием и оформите таблицу по **Образцу 1** (рис. 1).

4. Аналогично введите и оформите заголовок к таблице со статистикой, заголовки строк статистической таблицы. Выполните расчеты указанных в статистической таблице параметров, вставляя при помощи средства  **$f_{xc}$  Вставка функции** расчетные формулы, как показано на **Образце 1** (см. рис.1).

5. Сформируйте таблицу частот исследуемой величины, выполнив группировку данных и расчеты в соответствии с **Образцом 2** (рис. 2) непосредственным вводом формул и при помощи средства  **$f_{xc}$  Вставка функции**:

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	x, прирост населения в 50 городах							x
2	27	36	34	46	34		Среднее	=СРЗНАЧ(A2:E11)
3	28	29	37	41	43		Среднеквадратичное откл.	=СТАНДОТКЛОН(A2:E11)
4	40	33	50	37	41		Дисперсия	=ДИСП(A2:E11)
5	32	29	43	34	32		Медиана	=МЕДИАНА(A2:E11)
6	30	43	54	42	47		Мода	=МОДА(A2:E11)
7	35	49	49	54	36		Асимметрия	=СКОС(A2:E11)
8	36	51	36	24	35		Эксцесс	=ЭКСЦЕСС(A2:E11)
9	25	33	38	38	36		Наименьшее	=МИН(A2:E11)
10	29	51	32	36	53		Наибольшее	=МАКС(A2:E11)
11	30	55	44	46	38		Размах	=МАКС(A2:E11)-МИН(A2:E11)
12							Квартиль 1	=КВАРТИЛЬ(A2:E11;1)
13							Квартиль 3	=КВАРТИЛЬ(A2:E11;3)
14							Кол-во выборок	=СЧЁТЗ(A2:E11)
15								

Рис. 1. Образец 1

- введите заголовки строк и столбцов по образцу;
- вставьте формулу для вычисления минимального числа интервалов группирования по эмпирическому соотношению  $k \leq 5 \cdot \lg N$  при помощи средства **Вставка функции**;

	A	B	C
13	Группирование		
14	Мин. кол-во интервалов	=ОКРУГЛ(5*LOG10(N14);0)	
15	Ширина интервала	=(H\$10-H\$9)/B14	
16			
17			
18	Таблица частот		
19	Интервалы, x <sub>прав</sub>	Частоты	Накопленные частоты
20	=H\$9+B15	=ЧАСТОТА(A2:E11;A20:A27)	=B20
21	=A20+B\$15	=ЧАСТОТА(A2:E11;A20:A27)	=C20+B21
22	=A21+B\$15	=ЧАСТОТА(A2:E11;A20:A27)	=C21+B22
23	=A22+B\$15	=ЧАСТОТА(A2:E11;A20:A27)	=C22+B23
24	=A23+B\$15	=ЧАСТОТА(A2:E11;A20:A27)	=C23+B24
25	=A24+B\$15	=ЧАСТОТА(A2:E11;A20:A27)	=C24+B25
26	=A25+B\$15	=ЧАСТОТА(A2:E11;A20:A27)	=C25+B26
27	=A26+B\$15	=ЧАСТОТА(A2:E11;A20:A27)	=C26+B27

Рис. 2. Образец 2

- вставьте формулу для расчета ширины интервала группирования методом непосредственного ввода;
- аналогично вставьте формулы для вычисления правых границ интервалов, как показано на **Образце 2**;
- вставьте формулу для расчета частот с применением функции массивов: выделите диапазон ячеек **частот** / используйте инструмент **Вставка функции**  / найдите и выберите функцию **ЧАСТОТА** из категории **Статистические** / нажмите кнопку **ОК** / в окне вставки функции справа от поля **Массив\_данных**

нажмите кнопку сворачивания  / выделите мышью диапазон ячеек **исходных данных** / нажмите кнопку разворачивания  / справа от поля **Двоичный\_массив** нажмите кнопку сворачивания  / выделите мышью диапазон ячеек **интервалов** / нажмите кнопку разворачивания  / нажмите одновременно клавиши **Ctrl+Shift+Enter** для фиксации функции массива.

6. Постройте гистограмму для исследуемой величины с применением мастера диаграмм: выделите диапазон ячеек с **таблицей частот** / используйте инструмент **Мастер диаграмм**  / на вкладке **Нестандартные** в поле **Тип** выберите вариант **График|Гистограмма 2** и нажмите кнопку **Далее** / в окне **...источник данных диаграммы** на вкладке **Диапазон данных** включите переключатель **в столбцах** / на вкладке **Ряд** нажмите кнопку сворачивания  справа от поля **Подписи оси X** / выделите диапазон ячеек **интервалов** / нажмите кнопку разворачивания  / в поле **Ряд** выберите **Интервалы...** / нажмите кнопку **Удалить** / нажмите кнопку **Далее>** / в окне **...параметры диаграммы** на вкладке **Заголовки** напечатайте в полях **Название диаграммы** текст **Гистограмма 1, Ось X (категорий)** – текст **Интервалы** / на вкладке **Линии сетки** установите флажки **основные линии** в разделах **Ось X** и **Ось Y** / нажмите кнопку **Далее>** / в окне **...размещение диаграммы** включите переключатель **имеющемся** / нажмите кнопку **Готово**.

7. Скорректируйте построенную гистограмму: выделите диаграмму щелчком мыши по ней / переместите рамку диаграммы правее таблицы частот / укажите мышью на угловой ограничительный маркер диаграммы, после появления указателя в форме двунаправленной стрелки растяните мышью размеры диаграммы / измените оформление линии накопленных частот / щелкните на линии правой кнопкой мыши и выберите команду **Формат рядов данных** контекстного меню / в окне **Формат ряда данных** на вкладке **Вид** установите флажок **Сглаженная линия** в разделе **Линия** и включите переключатель **отсутствует** в разделе **Маркер** и нажмите кнопку **ОК** / снимите заливку области построения диаграммы: выделите область построения (сетку) щелчком мыши / нажмите кнопку списка инструмента **Цвет заливки**  и прямоугольник **Нет заливки** в палитре.

**Задание 2.** Провести аппроксимацию и сглаживание построенных в **Задании 1** гистограмм при помощи построения линий тренда основных типов – линейного, логарифмического, полиномиального, степенного, экспоненциального и линейной фильтрации.

1. Перейдите на следующий рабочий лист и переименуйте его ярлык в **Тренд 1**.

2. Выделите и скопируйте в буфер гистограмму **Гистограмма 1**. Вставьте график из буфера в начало рабочего листа **Тренд 1**.

3. Добавьте линейный тренд для ряда **Частоты** на гистограмму: выделите **Гистограмму 1** / щелкните правой кнопкой мыши по одному из столбиков ряда **Частоты** / выберите пункт **Добавить линию тренда** контекстного меню /

в окне **Линия тренда** на вкладке **Тип** выберите образец **Линейная** / нажмите кнопку **ОК**.

4. Скопируйте **Гистограмму 1** с линейным трендом на рабочем листе **Тренд 1** в позицию под нижней границей рамки уже имеющейся диаграммы с линейным трендом, измените тип линии тренда на логарифмический.

5. Аналогично постройте версии **Гистограммы 1** с остальными типами линий тренда (полиномиальная степени 2, степенная, экспоненциальная и линейная фильтрация), сравните варианты и выберите два наиболее соответствующих данной эмпирической гистограмме.

6. Проанализируйте поведение полиномиального тренда при изменении степени полинома:

- выделите гистограмму с полиномиальным трендом и вставьте две ее копии на новый рабочий лист, предварительно переименованный в **Полиномиальный тренд\_1**;

- при помощи контекстного меню полиномиального тренда на второй копии гистограммы откройте диалоговое окно **Формат линии тренда** / на вкладке **Тип** для образца **Полиномиальная** в поле со списком **Степень** установите значение **3** (вместо предыдущего **2**) / на вкладке **Параметры** установите флажки **показывать уравнение на диаграмме, поместить на диаграмму величину достоверности аппроксимации** / нажмите кнопку **ОК**;

- сформируйте аналогичные версии для значений степеней полиномиальной аппроксимации 4 и 5;

- сравните полученные графики, уравнения аппроксимирующих полиномов, значения достоверности аппроксимации и сделайте выводы.

**Задание 3.** Провести проверку гипотезы о значимости полученных оценок среднего и дисперсии выборки.

Проверка гипотез о значимости полученных оценок параметров распределений основана на построении доверительных интервалов для оценок с заданным уровнем значимости  $\alpha$  (обычно 0,05). Нулевой гипотезой считается тот факт, что истинное значение параметра попадает в построенный доверительный интервал. Доверительный интервал для среднего  $M$  определяется как  $M - T\{\alpha, m\}S/\sqrt{N}$ ,  $M + T\{\alpha, m\}S/\sqrt{N}$ , где  $T\{\alpha, m\}$  – табличное значение распределения Стьюдента с  $m = N-1$  степенями свободы и уровнем значимости  $\alpha$ . Доверительный интервал для среднеквадратичного отклонения  $S$  с заданным уровнем значимости  $\alpha$ :  $S \cdot \sqrt{\frac{N}{XI\{1-\alpha/2, m\}}}$ ,  $S \cdot \sqrt{\frac{N}{XI\{\alpha/2, m\}}}$ , где  $XI\{1-\alpha/2, m\}$  и  $XI\{\alpha/2, m\}$  – табличные значения распределения  $\chi^2$  с  $m = N-1$  степенями свободы для доверительных вероятностей  $1-\alpha/2$  и  $\alpha/2$ .

1. Перейдите на свободный рабочий лист (при отсутствии такового вставьте новый и перетащите его ярлык в конец книги) и переименуйте ярлык рабочего листа в **Доверительные интервалы**.

2. Скопируйте в начало листа таблицы с исходными данными и со статистикой с листа **Описательная статистика**.

3. При помощи средства **Вставка функций** постройте по расчетным значениям среднего и дисперсии доверительные интервалы для среднего и среднеквадратичного отклонения, следуя примерному **Образцу 3** (рис. 3).

4. Проанализируйте полученные результаты и сделайте выводы.

	A	B	C	D	E	F	G	H
4	40	33	50	37	41	Дисперсия	=ДИСП(A2:E11)	
5	32	29	43	34	32	Медиана	=МЕДИАНА(A2:E11)	
6	30	43	54	42	47	Мода	=МОДА(A2:E11)	
7	35	49	49	54	36	Асимметрия	=СКОС(A2:E11)	
8	36	51	36	24	35	Экцесс	=ЭКЦЕСС(A2:E11)	
9	25	33	38	38	36	Наименьшее	=МИН(A2:E11)	
10	29	51	32	36	53	Наибольшее	=МАКС(A2:E11)	
11	30	55	44	46	38	Размах	=МАКС(A2:E11)-МИН(A2:E11)	
12						Квартиль 1	=КВАРТИЛЬ(A2:E11;1)	
13						Квартиль 3	=КВАРТИЛЬ(A2:E11;3)	
14						Кол-во выборок	=СЧЁТ(A2:E11)	
15								
16							Доверит. интервал для среднего	
17						Уровень значимости	0,05	
18						Расчетная полуширина	=СТЮДРАСПОБР(H17;СЧЁТ(A2:E11))*H\$3/КОРЕНЬ(H14)	
19						Верхняя граница	=H\$2+H18	
20						Нижняя граница	=H\$2-H18	
21								
22							Доверит. интервал для средн. кв. откл.	
23						Уровень значимости	0,05	
24						Расчетн. нижнее	=ХИ2ОБР(1-H\$23/2;СЧЁТ(\$A\$2:\$E\$11)-1)	
25						Расчетн. верхнее	=ХИ2ОБР(H\$23/2;СЧЁТ(\$A\$2:\$E\$11)-1)	
26						Нижняя граница	=H\$3*КОРЕНЬ((СЧЁТ(\$A\$2:\$E\$11)-1)/H25)	
27						Верхняя граница	=H\$3*КОРЕНЬ((СЧЁТ(\$A\$2:\$E\$11)-1)/H24)	

Рис. 3. Образец 3

**Задание 4.** Провести проверку гипотезы о распределении при помощи эмпирического теста на нормальность с использованием средства **Вставка функций** MS Excel.

Эмпирический тест проверяет нулевую гипотезу о принадлежности распределения выборки к нормальному в соответствии со следующим алгоритмом. Рассчитывается среднее и среднеквадратичное отклонение выборочных значений и абсолютные значения отклонений выборочных значений от среднего, а затем проверяется выполнение условий:

- 99,7 % отклонений от среднего меньше 3S;
- 68,3 % отклонений меньше S;
- 50 % отклонений меньше 0,625S.

В случае невыполнения хотя бы одного из условий эмпирического теста необходима дополнительная проверка исходной гипотезы о нормальности при помощи, например, критерия согласия  $\chi^2$ . При выполнении всех трех условий гипотеза о нормальном законе распределения исходных данных принимается.

1. Перейдите на свободный рабочий лист (при отсутствии такового вставьте новый и перетащите его ярлык в конец книги) и переименуйте ярлык рабочего листа в **Тест\_норм**.

2. Скопируйте массив исходных данных с рабочего листа **Описательная статистика** в начало листа **Тест\_норм** и оформите таблицу в соответствии с **Образцом 4** (рис. 4).

3. Используя средство **Вставка функции**, рассчитайте среднее значение и среднеквадратичное отклонение в соответствии с **Образцом 4** (см. рис. 4).

4. Рассчитайте массив отклонений выборочных значений от среднего:

- вставьте в ячейку **A15** формулу в соответствии с **Образцом 4**;

- используя маркер автозаполнения ячейки **A15**, растяните формулу в необходимое количество ячеек по горизонтали и вертикали.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	x (норм)											
2	48	39	43	44	34	34	32	43	40	46		
3	25	31	34	49	39	37	45	48	41	49		
4	43	46	34	35	42	32	41	34	42	42		
5	38	40	46	47	34	42	38	40	38	36		
6	30	43	41	40	40	35	35	41	38	45		
7	37	42	38	36	44	39	32	48	43	39		
8	43	30	44	36	42	34	49	49	49	51		
9	37	30	50	48	44	35	45	34	33	41		
10	43	45	44	34	33	39	41	39	46	31		
11	40	52	45	39	35	45	33	42	42	36		
12											Среднее	=СРЗНАЧ(A2:J11)
13											Ср. кв. откл.	=СТАНДОТКЛОН(A2:J11)
14											x <sub>i</sub> -M, отклонения от среднего	
15	=ABS(A2-\$L\$12)											

Рис. 4. Образец 4

5. Сформируйте таблицу проверки условий эмпирического теста на нормальность и вставьте расчетные формулы согласно рис. 5.

	L	M
12	=СРЗНАЧ(A2:J11)	
13	=СТАНДОТКЛОН(A2:J11)	
14		
15	Значение 3S	=3*L13
16	Значение 0,625S	=L13*0,625
17	Число выборок	100
18		
19	Условие	Выполняется ли условие
20	< 3S	=ЕСЛИ(СЧЁТЕСЛИ(A15:J24;"<16,9028")>0,997*M17;"да";"нет")
21	< S	=ЕСЛИ(СЧЁТЕСЛИ(A15:J24;"<5,634")>0,683*M17;"да";"нет")
22	< 0,625S	=ЕСЛИ(СЧЁТЕСЛИ(A15:J24;"<3,52")>0,5*M17;"да";"нет")

Рис. 5. Образец 5

6. Проанализируйте полученные результаты и сделайте выводы.

**Задание 5.** Провести проверку гипотезы о распределении при помощи критерия согласия Пирсона ( $\chi^2$ ) с использованием средств **Вставка функций**.

Тест  $\chi^2$  проверяет нулевую гипотезу о принадлежности выборки к конкретному типу распределения (например нормальному). При расчете критерия следует соблюдать следующие условия: число интервалов группирования должно быть больше 5, теоретическая частота попадания в интервал должна

быть не менее 5. Если теоретическая частота меньше 5, данный интервал следует объединить с соседним.

1. Перейдите на свободный рабочий лист (при отсутствии такового вставьте новый и перетащите его ярлык в конец книги) и переименуйте ярлык рабочего листа в **Тест\_хи-квадрат**.

2. В ячейке **A1** введите заголовок столбца данных **x (норм.)**.

3. Скопируйте исходные данные с листа **Описательная статистика** на лист **Тест\_хи-квадрат** в позицию, начиная с ячейки **A2**.

4. Реорганизируйте скопированный массив данных на листе **Тест\_хи-квадрат** при помощи приемов перемещения диапазонов ячеек так, чтобы данные размещались в одном столбце **A**.

5. При помощи средства **Сервис / Анализ данных** рассчитайте по исходным данным на листе **Тест\_хи-квадрат** описательную статистику и постройте таблицу частот и гистограмму, следуя примерному **Образцу 6** (рис. 6).

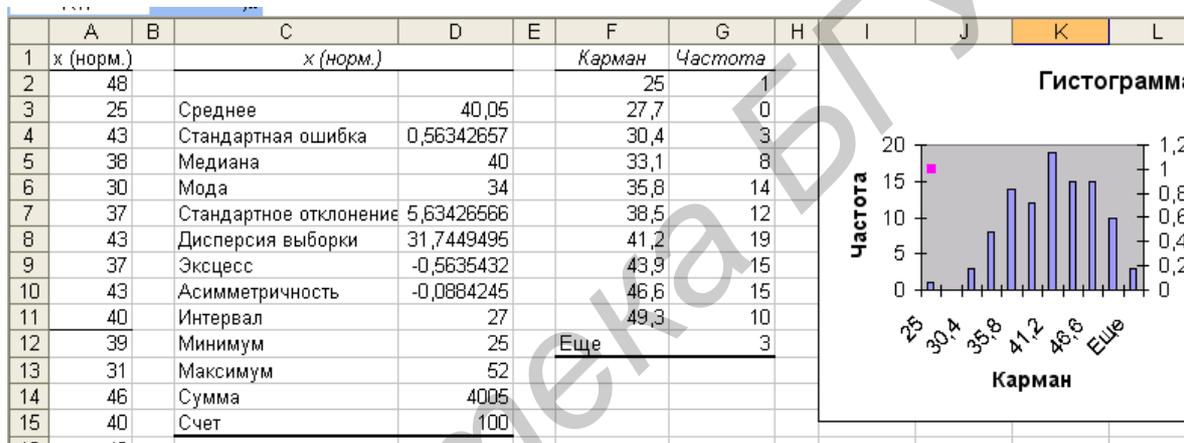


Рис. 6. Образец 6

	C	D	E	F	G	H
18	Карман	Част.	Теоретическая Частота	Скорр. Теоретич. частота	Скорр. Част.	хи-квадрат
19	25	1	=НОРМРАСП(C20;\$D\$3;\$D\$7;ИСТИНА)*\$D\$15			
20	27,7	0	=НОРМРАСП(C20;\$D\$3;\$D\$7;ИСТИНА)-НОРМРАСП(C19;\$D\$3;\$D\$7;ИСТИНА)*\$D\$15			
21	30,4	3	=НОРМРАСП(C21;\$D\$3;\$D\$7;ИСТИНА)-НОРМРАСП(C20;\$D\$3;\$D\$7;ИСТИНА)*\$D\$15	=СУММ(E19:E21)	=СУММ(D19:D21)	=(F21-D21)*2/F21
22	33,1	8	=НОРМРАСП(C22;\$D\$3;\$D\$7;ИСТИНА)-НОРМРАСП(C21;\$D\$3;\$D\$7;ИСТИНА)*\$D\$15	=E22	=D22	=(F22-D22)*2/F22
23	35,8	14	=НОРМРАСП(C23;\$D\$3;\$D\$7;ИСТИНА)-НОРМРАСП(C22;\$D\$3;\$D\$7;ИСТИНА)*\$D\$15	=E23	=D23	=(F23-D23)*2/F23
24	38,5	12	=НОРМРАСП(C24;\$D\$3;\$D\$7;ИСТИНА)-НОРМРАСП(C23;\$D\$3;\$D\$7;ИСТИНА)*\$D\$15	=E24	=D24	=(F24-D24)*2/F24
25	41,2	19	=НОРМРАСП(C25;\$D\$3;\$D\$7;ИСТИНА)-НОРМРАСП(C24;\$D\$3;\$D\$7;ИСТИНА)*\$D\$15	=E25	=D25	=(F25-D25)*2/F25
26	43,9	15	=НОРМРАСП(C26;\$D\$3;\$D\$7;ИСТИНА)-НОРМРАСП(C25;\$D\$3;\$D\$7;ИСТИНА)*\$D\$15	=E26	=D26	=(F26-D26)*2/F26
27	46,6	15	=НОРМРАСП(C27;\$D\$3;\$D\$7;ИСТИНА)-НОРМРАСП(C26;\$D\$3;\$D\$7;ИСТИНА)*\$D\$15	=E27	=D27	=(F27-D27)*2/F27
28	49,3	10	=НОРМРАСП(C28;\$D\$3;\$D\$7;ИСТИНА)-НОРМРАСП(C27;\$D\$3;\$D\$7;ИСТИНА)*\$D\$15	=E28	=D28	=(F28-D28)*2/F28
29	52	3	=(1-НОРМРАСП(C28;\$D\$3;\$D\$7;ИСТИНА))*\$D\$15	=E29	=D29	=(F29-D29)*2/F29
30			Статистика хи-квадрат			=СУММ(H21:H29)
31			Ошибка			0,05
32			Число степеней свободы			=СЧЁТ(H21:H29)-3
33			Табл. Значение			=ХИ2ОБР(H31;H32)
34			Проверка условия			=ЕСЛИ(H33>H30;"да";"нет")

Рис. 7. Образец 7

6. Используя построенную таблицу частот и рассчитанные среднее значение и среднеквадратичное отклонение, а также стандартные встроенные функции, сформируйте таблицу для расчета статистики  $\chi^2$  по **Образцу 7** (рис. 7). Обратите внимание на ввод максимального значения вместо текста **Еще** в исходной таблице частот (ячейка **C29**) и расчетных формул теоретических частот для самого нижнего и самого верхнего интервала группирования. Эти действия необходимы для корректного вычисления теоретических частот. В столбцах скорректированных теоретических и эмпирических частот выполнено объединение тех карманов, где значение теоретических частот менее 5. Это условие правильного применения критерия. Расчетная формула для числа степеней свободы распределения  $\chi^2$  определяется разностью числа карманов (с учетом их объединения) и числа 3.

7. Проанализируйте полученные результаты и сделайте выводы.

## 8. ВАРИАНТЫ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ

№ варианта	Распределение	Число переменных	Число случайных чисел	Среднее	Стандартное отклонение
1	Нормальное	10	10	50	10
2	-"-	9	10	55	15
3	-"-	8	10	60	20
4	-"-	10	10	65	10
5	-"-	9	10	70	15
6	-"-	8	10	75	20
7	-"-	10	10	80	18
8	-"-	9	10	85	12
9	-"-	8	10	90	25
10	-"-	10	10	95	30
11	-"-	9	10	50	11
12	-"-	8	10	55	16
13	-"-	10	10	60	18
14	-"-	9	10	65	21
15	-"-	8	10	70	22
16	-"-	10	10	75	24
17	-"-	9	10	80	25
18	-"-	8	10	85	27
19	-"-	10	10	90	28
20	-"-	9	10	95	31
21	-"-	8	10	50	13
22	-"-	10	10	55	15
23	-"-	9	10	60	17
24	-"-	8	10	65	19
25	-"-	10	10	70	22
26	-"-	9	10	75	23
27	-"-	8	10	80	19
28	-"-	10	10	85	15
29	-"-	9	10	90	17
30	-"-	8	10	95	29

## ЛИТЕРАТУРА

### Основная

1. Поляков, И. В. Практическое пособие по медицинской статистике / И. В. Поляков, Н. С. Соколова. – М. : Медицина, 1975.
2. Компьютерные технологии обработки информации : учеб. пособие / С. В. Назаров [и др.] ; под ред. С. В. Назарова. – М. : Финансы и статистика, 1995.
3. Тюрин, Ю. М. Статистический анализ данных на компьютере / Ю. М. Тюрин, А. А. Макаров. – М. : Инфра-М, 1998.
4. Базы данных. Учебный курс / С. Глушаков, Д. Ломотько. – Харьков : Фолио М. ООО «Изд. АСТ», 2002.
5. Хомоненко, А. Д. Базы данных : учебник для вузов / А. Д. Хомоненко. – М. : Корона – Принт, 2000.

### Дополнительная

6. САПР. Системы автоматизированного проектирования : учеб. пособие для технических вузов: в 9-ти кн. – Кн. 3. Информационное и прикладное ПО / В. Г. Федорук, В. М. Черненко. – М. : Высш. шк., 1986.
7. Морозевич, А. Н. Техническое обеспечение новых информационных технологий / А. Н. Морозевич. – Минск : КИВТ АНБ, 1995.
8. Морозевич, А. Н. Техническое обеспечение компьютерных сетей / А. Н. Морозевич, А. Е. Пенязь, С. С. Голанов ; под ред. А. Н. Морозевича. – Минск : УЦПНК АНБ, 1996.
9. Якубайтис, Э. А. Информационные сети и системы: справ. книга / Э. А. Якубайтис. – М. : Финансы и статистика, 1996.
10. Кузнецов, С. Д. SQL: Язык реляционных баз данных / С. Д. Кузнецов. – М. : Майор, 2001.
11. Фролов, А. В. Сети компьютеров в вашем офисе / А. В. Фролов, Г. В. Фролов. – М. : «Диалог-МИФИ», 1995.
12. Кочиров, В. А. Современные базы данных / В. А. Кочиров. – Дизайн ПРО, 1998 .

### Учебно-методические пособия

13. Автоматизированные системы обработки биомедицинской информации: лаб. практикум для студ. спец. «Медицинская электроника» дневной формы обучения / А. А. Костюкевич, А. М. Криштапович. – Минск : БГУИР, 2003.
14. Автоматизированные системы обработки биомедицинской информации : электронный учебно-методический комплекс для студ. спец. «Медицинская электроника» / А. А. Костюкевич. – <http://www.bsuir.unibel.by>.

Учебное издание

**АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ  
БИОМЕДИЦИНСКОЙ ИНФОРМАЦИИ**

Методические указания и контрольные задания

для студентов специальности I-39 02 03

«Медицинская электроника» заочной формы обучения

Составитель

**Костюкевич** Анатолий Александрович

Редактор М. В. Тезина

Корректор Е. Н. Батурчик

---

Подписано в печать 21.03.2007.

Гарнитура «Таймс».

Уч.-изд. л. 1,0.

Формат 60x84 1/16.

Печать ризографическая.

Тираж 100 экз.

Бумага офсетная.

Усл. печ. л. 1,16.

Заказ 2.

---

Издатель и полиграфическое исполнение: Учреждение образования  
«Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»  
ЛИ №02330/0056964 от 01.04.2004. ЛП №02330/0131666 от 30.04.2004.  
220013, Минск, П. Бровки, 6