

Министерство образования и науки РФ  
Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
Владимирский государственный университет  
Кафедра биомедицинской инженерии

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
«КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ  
В МЕДИЦИНЕ»

Составитель  
Р.В. ИСАКОВ

Владимир 2011

УДК 004.9  
ББК Ж 30  
М54

Рецензент  
Кандидат технических наук  
доцент кафедры радиотехники и радиосистем  
Владимирского государственного университета  
*С.А. Самойлов*

Печатается по решению редакционного совета  
Владимирского государственного университета

**Методические** указания к лабораторным работам по дисциплине «Компьютерные технологии в медицине» / Владим. гос. ун-т; сост. Р. В. Исаков – Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2011. – 28 с.

Содержат элементы теории и методические указания для выполнения пяти лабораторных работ по дисциплине «Компьютерные технологии в медицине».

Предназначены для студентов высших учебных заведений, обучающихся на третьем курсе, очной формы обучения по специальностям 200401 – биотехнические и медицинские аппараты и системы, 200402 – инженерное дело в медико-биологической практике и направлению 200300 – биомедицинская инженерия".

Рекомендованы для формирования профессиональных компетенций в соответствии с ФГОС 3-го поколения.

Ил. 3. Табл. 12. Библиогр.: 12 назв.

УДК 004.9  
ББК Ж 30

## Введение

В настоящее время прогресс в области медицины немыслим без широкого применения в лечебно-профилактических учреждениях компьютерной техники. Поэтому инженерам, бакалаврам и магистрам, занимающимся биомедицинскими исследованиями, сервисным обслуживанием и разработкой медицинской техники, чрезвычайно необходимы практические навыки работы с компьютерной техникой. Дисциплина "Компьютерные технологии в медицине" предназначена для ознакомления студентов биомедицинских специальностей 200401 – биотехнические и медицинские аппараты и системы, 200402 – инженерное дело в медико-биологической практике и направления 200300 – биомедицинская инженерия с возможностями применения компьютерной техники в медицинской практике и биомедицинских исследованиях. В результате выполнения лабораторных работ студенты получают следующие компетенции:

- умение создавать медицинские базы данных;
- умение грамотно отображать результаты своих исследований и разработок с применением персонального компьютера;
- навык статистической, корреляционной и спектральной обработки медицинских данных.

Также студенты обучатся способам компьютерного анализа variability сердечного ритма. Комплекс лабораторных работ состоит из 5 тематик, ориентированных на изучение студентами в течение 2 - 4 часов каждой. Занятия должны проводиться в лабораториях, оснащённых компьютерной техникой. Во время лабораторных работ предполагается использование программ компании Microsoft: Access, Excel, Word, входящих в пакет MS Office.

## Лабораторная работа № 1. БАЗА ДАННЫХ "МЕДИЦИНСКАЯ КАРТОЧКА"

### 1. Цель работы

Приобретение практических навыков в построении базы данных пациентов лечебно-профилактического учреждения.

### 2. Теоретические основы и определения

База данных (БД) – совокупность связанных данных, организованных по определенным правилам, предусматривающим общие принципы описания, хранения и манипулирования, независимая от прикладных программ. База данных является информационной моделью предметной области. Обращение к базам данных осуществляется с помощью системы управления базами данных (СУБД).

Поля данных - часть записи или заполняемой формы, имеющая функционально-самостоятельное значение и обрабатываемая как отдельный элемент данных.

Свойства поля – тип данных и другие ограничения, которые присущи данным, содержащимся в поле.

Ключевое поле – поле, данные в котором применяются для связи с другими таблицами в базе данных.

Таблицы - структура данных, в которой каждый элемент определяется своим расположением относительно других элементов. Таблица содержит определенное число столбцов и строк, на пересечении которых находятся клетки. В клетки записываются числа, символы, текст и другие данные, определяемые свойством поля. В базе данных столбцы таблицы являются полями, а строки - записями.

Формы – визуальная структура для просмотра, редактирования, удаления и создания записей в базе данных.

Страницы доступа – веб-страница, предоставляющая доступ к данным, содержащимся в базе данных и позволяющая создавать, редактировать, просматривать и удалять записи.

Поля, необходимые для описания лечения пациента в стационаре:

- Личный номер (ключевое);
- Номер пациента;

- Дата госпитализации;
- Анамнез;
- Данные осмотра;
- Лечение;
- Течение болезни;
- Дата выписки;
- Эпикриз.

Поля, необходимые для идентификации пациента:

- Личный номер (ключевое);
- ФИО;
- Пол;
- Дата рождения;
- Место рождения;
- Домашний адрес.

Поля, необходимые для формы «Регистратура»:

- Личный номер;
- ФИО;
- Дата рождения;
- Место рождения;
- Домашний адрес;
- Дата госпитализации;
- Пол.

Поля, необходимые для формы «Первичный осмотр»:

- Личный номер;
- ФИО;
- Анамнез;
- Данные осмотра.

Поля, необходимые для формы «Стационар»:

- Личный номер;
- ФИО;
- Дата госпитализации;
- Анамнез;
- Данные осмотра;
- Лечение;
- Течение болезни;

- Дата выписки;
- Эпикриз.

### 3. Порядок выполнения

- Создать новый пустой файл базы данных в программе MS Access.
- Создать две таблицы: "Медицинский осмотр" и "Идентификация пациента" (рис. 1), используя список необходимых полей для заполнения данных таблиц.

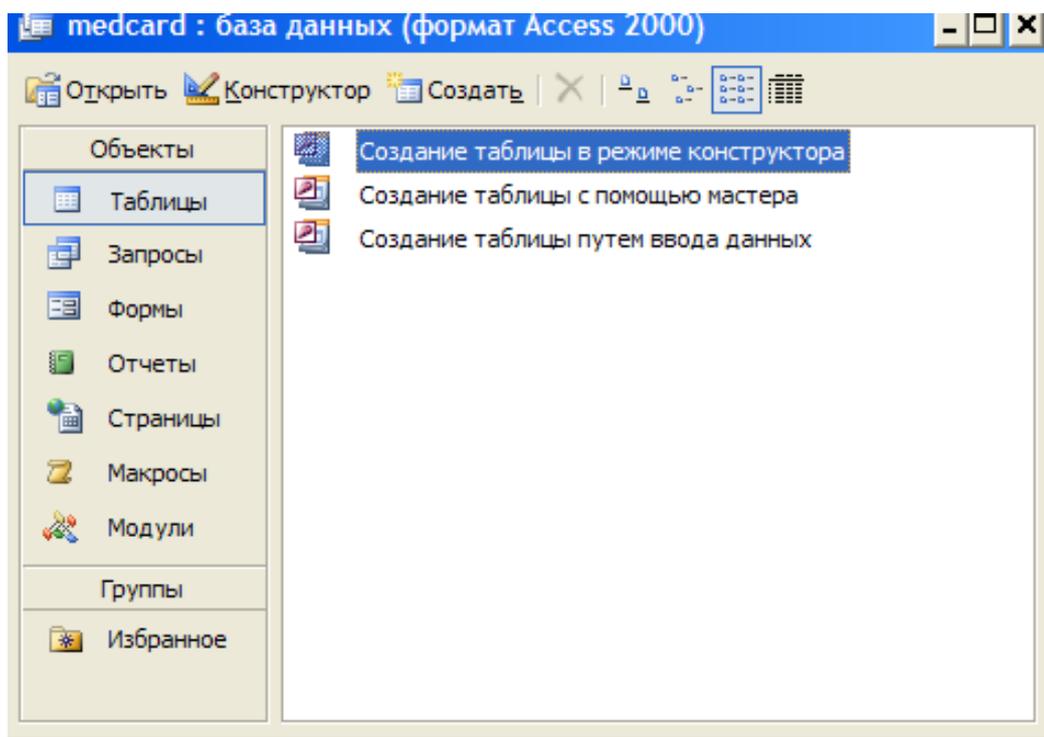


Рис. 1. Процесс создания таблицы

- Связать таблицы по ключевому полю в таблице «Идентификация» и полю «Номер пациента» в таблице «Медицинский осмотр».
- Создать формы (рис. 2) и страницы доступа к данным (рис. 3), содержащие поля, необходимые для регистратуры, первичного осмотра и стационара.

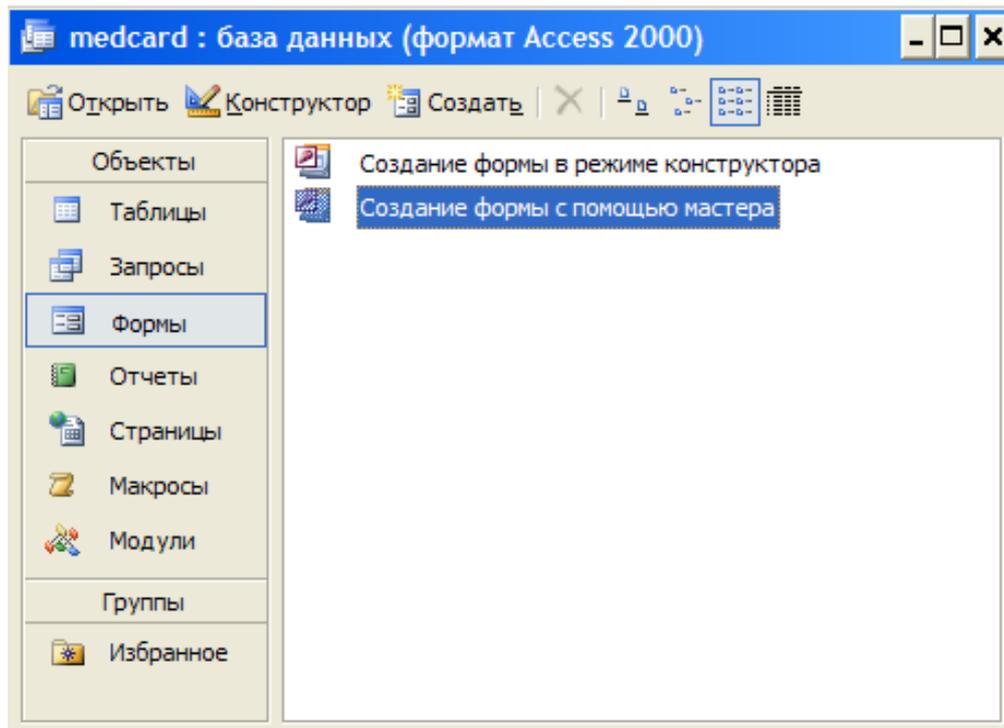


Рис. 2. Процесс создания формы

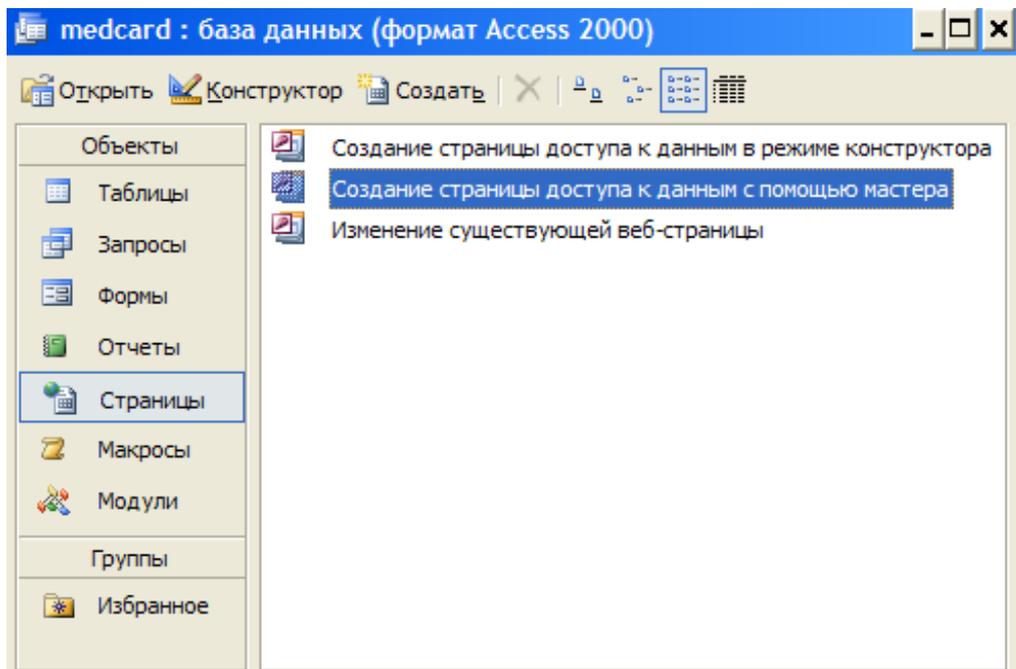


Рис. 3. Процесс создания страницы доступа

- Осуществить ввод произвольных данных о пациентах в базу данных и проверить её работу.

- Документировать результаты работы в отчёт.
- Провести анализ сделанной работы и сформулировать вывод.

#### **4. Отчёт должен содержать:**

- Титульный лист.
- Цель и задачи работы.
- Порядок выполнения работы.
- Снимки с экрана таблиц, связей, форм и страниц доступа с введёнными данными.
- Вывод по работе.

#### **5. Контрольные вопросы**

1. Что такое база данных?
2. Область применения баз данных в медицине.
3. Что представляют из себя поля данных?
4. Какие бывают свойства поля?
5. Что такое таблицы данных?
6. Состав таблицы данных.
7. Какое свойство поля необходимо для связи таблиц в базе данных?
8. Для чего нужны формы?
9. Отличие форм от страниц доступа.
10. Какие поля необходимы для идентификации пациента?
11. Какие поля необходимы для описания лечения больного?
12. Как обеспечить синхронную работу всех таблиц базы данных?
13. Как обеспечить распределение полей для различных отделений ЛПУ?

## **Лабораторная работа № 2. ВИЗУАЛИЗАЦИЯ МЕДИЦИНСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

### **1. Цель работы**

Изучение методов визуализации результатов медицинских исследований.

### **2. Теоретические основы и определения**

Линейная диаграмма применяется для иллюстрации частоты явлений или изменения их во времени.

Радиальные, или полярные, диаграммы применяются для изображения периодических явлений.

Столбиковые диаграммы применяются для изображения средних и абсолютных величин показателя, обычно для построения гистограмм.

Круговые диаграммы изображают распространённость явления.

Секторные диаграммы применяются для определения состава явления.

Объёмные диаграммы отражают размер явления.

Фигурные диаграммы отражают распространённость явлений в пространстве.

Фазовые портреты изображают динамику явлений. Обычно применяют к анализу нелинейных процессов.

### **3. Порядок выполнения**

- В программе Excel построить столбец времени от 0 до 3 с шагом 0.1.

- Заполнить два соседних столбца числами, распределёнными по различным законам (например, нормальному и Вейбулла), тем самым моделируя результаты эксперимента. При этом аргументом функции распределения выбрать значения из столбца времени.

- Построить линейную диаграмму (точечную) двух полученных результатов эксперимента.

- Построить столбец времени (t) от 0 до 3 с шагом 0.1.

- Заполнить два соседних столбца числами, распределёнными по законам  $\sin(t)+\cos(t)$  и  $0.5*\sin(t)+\cos(t)$  соответственно.

- Построить радиальную (лепестковую) диаграмму двух полученных массивов чисел.

- Построить столбец случайных чисел в диапазоне от 0 до 1, применяя функцию СЛЧИС(). Количество строк не менее 40.

- Создать столбец с числовыми значениями интервалов (карманов) для построения гистограммы. Ширина кармана определяется по формуле

$$h = (X_{\max} - X_{\min}) / (n - 1),$$

где  $X_{\max}$  и  $X_{\min}$  – максимальное и минимальное значение в исходном массиве;  $n$  – число столбцов гистограммы.

- Построить столбец, заполненный значениями интенсивности значений из каждого интервала (кармана), используя функцию-массив ЧАСТОТА(...).

- Построить столбиковую диаграмму (гистограмму) интенсивности значений на определённых интервалах.

- Построить столбец, заполненный значениями представительности значений из каждого интервала (кармана), используя формулу

$$П = (И/И_{\max}) * 100 \%$$

где П – представительность; И – интенсивность; И<sub>max</sub> – максимальное значение интенсивности.

- Построить столбиковую диаграмму (гистограмму) представительности значений на определённых интервалах.

- Создать таблицу с тремя столбцами: «№ явления», «Число проявлений» и «% соотношение».

- Заполнить столбец «№ явления» числами последовательно от 1 до 5, а столбец «Число проявлений» - по заданию преподавателя.

- Столбец «% соотношение» рассчитать исходя из формулы

$$\%C = (ЧП/ЧП_{\max}) * 100 \%$$

где %С – процент отдельного явления в общем числе наблюдений; ЧП – значение из столбца «Число проявлений», ЧП<sub>max</sub> – максимальное число из соответствующего столбца.

- Построить круговую диаграмму, используя столбец «% соотношение».

- Построить секторную диаграмму (разрезанную круговую диаграмму), используя столбец «Число проявлений».

- Построить объёмную диаграмму (цилиндрическую диаграмму), используя в качестве размеров объектов визуализации числа из столбца «Число проявлений».

- Создать таблицу для ввода параметров объектов трёх классов (табл. 1).

- Вставить пустую фигурную (пузырьковую) диаграмму, создав 3 ряда, соответствующие классам, и выделив в качестве значений для визуализации пустые ячейки во всех 5 строках.

Табл. 1. Параметры объектов фигурной диаграммы

№ п/п	1-й класс			2-й класс			3-й класс		
	Положение		Площадь	Положение		Площадь	Положение		Площадь
	X	Y		X	Y		X	Y	
1									
...									
5									

- Последовательно ввести координаты и размер каждого объекта каждого класса, контролируя процесс по фигурной диаграмме.

- Создать столбец времени  $t$  от 0 до 2 с шагом 0.1, используя автозаполнение.

- Заполнить соседний столбец случайными равномерно распределёнными числами из диапазона от 0 до 1, используя функцию СЛЧИС().

- Создать два столбца результатов измерения параметров объекта с нелинейными характеристиками (подобие биообъекта), используя формулы

$$P1 = СЧ*\sin(2*\pi*t),$$

$$P2 = \cos(2*\pi*СЧ*t),$$

где  $P1$ ,  $P2$  – значения измеряемых параметров объекта;  $СЧ$  – случайное число;  $t$  – текущее время.

- Создать фазовый портрет для случая двухпараметрического контроля объекта, используя точечную диаграмму, причём по оси  $X$  – отложить значения первого параметра ( $P1$ ), а по оси  $Y$  – второго ( $P2$ ).

- Для построения фазового портрета по методу Такенса в случае однопараметрического контроля биообъекта необходимо дополнить таблицу столбцом значений, сдвинутых на 1 или несколько отсчётов относительно исходной последовательности. При этом используется формула

$$TX(i) = P1(i+\tau),$$

где  $TX$  – значения параметра с задержкой;  $\tau$  – величина задержки (принять равной 1);  $i$  – номер элемента в последовательности.

- Построить фазовый портрет для случая однопараметрического контроля объекта по методу Такенса, используя точечную диаграмму, причём по оси  $X$  отложить значения первого параметра ( $P1$ ), а по оси  $Y$  – того же параметра с задержкой ( $TX$ ).

- Для построения фазового портрета методом дифференцирования в случае однопараметрического контроля биообъекта необходимо дополнить таблицу столбцом значений первой производной сигнала  $P1$  по времени. При этом используется формула

$$dX = dP1/dt.$$

Для дискретных отсчетов получится

$$dX(i)=(P1(i+1)-P1(i))/(t(i+1)-t(i)),$$

где  $dX$  – значения первой производной параметра по времени (скорость изменения параметра).

▪ Построить фазовый портрет для случая однопараметрического контроля объекта по методу дифференцирования, используя точечную диаграмму, причём по оси  $X$  отложить значения первого параметра ( $P1$ ), а по оси  $Y$  – значения первой производной параметра по времени ( $dX$ ).

▪ Документировать результаты работы в отчёт.

▪ Провести анализ сделанной работы и сформулировать вывод.

#### **4. Отчёт должен содержать:**

○ Титульный лист.

○ Цель и задачи работы.

○ Порядок выполнения работы.

○ Диаграммы, построенные в процессе выполнения лабораторной работы.

○ Вывод по работе.

#### **5. Контрольные вопросы**

1. Область применения линейных диаграмм.

2. Область применения полярных диаграмм.

3. Область применения столбиковых диаграмм.

4. Область применения круговых диаграмм.

5. Область применения секторных диаграмм.

6. Область применения объёмных диаграмм.

7. Область применения фигурных диаграмм.

8. Каково количество измерений для построения фигурных диаграмм?

9. Применение фигурных диаграмм в медико-биологической практике.

10. Область применения фазовых портретов.

11. Виды построений фазовых портретов.

12. Методы построения фазовых портретов.

13. Как автоматически построить арифметическую прогрессию в Excel?

## Лабораторная работа № 3. ОПИСАТЕЛЬНАЯ СТАТИСТИКА И КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ БИОМЕДИЦИНСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

### 1. Цель работы

Научиться производить описательную статистическую обработку и корреляционный анализ экспериментальных данных.

### 2. Теоретические основы и определения

Математическое ожидание – среднеарифметическое значение выборки.

Дисперсия оценивает разброс значений относительно их математического ожидания.

Среднеквадратическое отклонение – квадратный корень из дисперсии. Имеет сходное значение и применяется в связи с тем, что имеет ту же размерность, что и исходные данные.

Асимметрия – степень скошенности плотности распределения величины относительно его математического ожидания.

Коэффициент корреляции – оценивает степень функциональной связи между двумя массивами данных. Он может принимать значения от -1 до 1.

Функциональная связь - зависимость соответствующих значений в двух массивах оценивается при помощи коэффициента корреляции. При значении коэффициента корреляции по модулю:

- $|r| = 1$  – полная линейная функциональная связь;
- $0.8 \geq |r| < 1$  – сильная линейная функциональная связь;
- $0.5 \geq |r| < 0.8$  – наличие связи между параметрами;
- $|r| < 0.5$  – значения в массивах статистически независимы.

При положительных значениях коэффициента корреляции характер связи считается прямым, а при отрицательных – обратным.

### 3. Порядок выполнения

▪ В программе Excel построить столбец времени от 0 до 3 с шагом 0.1.

▪ Добавить столбец, содержащий случайные числа в диапазоне от 0 до 1, применяя функцию СЛЧИС(). Количество строк не менее 40.

▪ Провести 3 эксперимента, используя компьютерное моделирование псевдослучайных чисел, распределённых по законам нормального, Вейбулла, Хи-квадрата, для этого добавить три столбца X1, X2, X3, с значениями соответствующих функций в зависимости от случайной величины.

- Вычислить матожидание, дисперсию, СКО, асимметрию для каждого опыта и свести их в таблицу (табл. 2).

Табл. 2. *Параметры описательной статистики*

Параметр	Опыт		
	1-й	2-й	3-й
$M_x$			
$D_x$			
$S$			
$A_s$			

- Вычислить корреляцию между результатами опытов и случайным массивом (добавить к предыдущей таблице).
- Найти функциональные связи между статистическими параметрами (построив соответствующую таблицу) (табл. 3).

Табл. 3. *Матрица взаимных корреляций*

Параметр	$M_x$	$D_x$	$S$	$A_s$
$M_x$	1			
$D_x$		1		
$S$			1	
$A_s$				1

- Найти наиболее взаимосвязанные опыты и оценить степень их функциональной зависимости.
    - Документировать результаты работы в отчёт.
    - Провести анализ сделанной работы и сформулировать вывод.
- 4. Отчёт должен содержать:**
- Титульный лист.
  - Цель и задачи работы.
  - Порядок выполнения работы.
  - Вывод о наиболее близком к случайному массиву процессе.
  - Вывод о взаимосвязи между статистическими параметрами.
  - Вывод о наиболее связанных между собой результатах эксперимента.
  - Вывод по работе.

## 5. Контрольные вопросы

1. Что оценивает математическое ожидание?
2. Как найти математическое ожидание по гистограмме?
3. Что определяет дисперсия?
4. Чем отличается дисперсия от среднеквадратического отклонения (СКО)?
5. Что определяет дисперсия или СКО на гистограмме?
6. Какой параметр гистограммы оценивает ассиметрия?
7. Какое значение ассиметрии должны иметь абсолютно симметричные распределения?
8. Как количественно оценить степень функциональной связи?
9. В каких пределах лежат возможные значения коэффициента корреляции?
10. Когда можно говорить о полной функциональной связи?
11. Когда можно говорить о присутствии функциональной связи?
12. Когда можно говорить о независимости результатов эксперимента?
13. Что определяет знак коэффициента корреляции?

## Лабораторная работа № 4. СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РИТМА СЕРДЦА

### 1. Цель работы

Изучить методы частотного анализа ритма сердца.

### 2. Теоретические основы и определения

Спектр сигнала – зависимость частоты от амплитуды или мощности гармонических колебаний (гармоник), составляющих исследуемый сигнал.

Амплитуда спектральной оценки вычисляется по формуле

$$A_j = \frac{2}{L} \cdot \sum_{t=1}^N (x_t - M_x) \cdot \cos\left(\frac{t \cdot \pi \cdot j}{L}\right),$$

где  $A_j$  – амплитуда  $j$ -й гармоники;  $M_x$  – среднее значение сигнала

Мощность спектральной оценки вычисляется по формуле

$$E_j = \frac{A_j^2}{2}.$$

Максимальная частота спектра  $f_{\max}$  определяется из теоремы Котельникова:

$$f_{\max} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \Delta t},$$

где  $\Delta t$  – период дискретизации.

При проведении спектрального анализа ритма сердца выделяют следующие диапазоны частот:

- высокие частоты: HF = 0.4 – 0.15 Гц;
- низкие частоты: LF = 0.15 - 0.04 Гц;
- очень низкие частоты: VLF = 0.04 - 0.015 Гц;
- сверхнизкие частоты: ULF = 0.015 - 0.001 Гц.

### 3. Порядок выполнения

- Получить от преподавателя текстовый файл, содержащий запись RR-интервалограммы.
- Открыть полученный файл в программе Excel.
- Сформировать табличную структуру (табл. 4).

Табл. 4. Вспомогательная матрица

i	j →	1	2	...	128
1	Массив данных				
2					
...					
512					

Примечание. i – номер отсчёта; j – номер спектральной оценки.

- В ячейке с координатами  $i=1, j=1$  ввести часть формулы амплитуды частотной оценки для расчёта каждого элемента суммы:

$$= (x_i - M_x) \cdot \cos\left(\frac{i \cdot \pi \cdot j}{L}\right) \cdot \frac{2}{L},$$

где  $x_i$  - текущее значение из массива данных;  $M_x$  – среднее значение в массиве данных;  $L$  – количество спектральных оценок.

- Закрепить все буквенно-цифровые ссылки в формуле (знаком \$), которые не должны изменяться.
- Использовать маркер автозаполнения для применения данной формулы ко всей незанятой табличной структуре (128×512).
- Добавить к ранее созданной табличной структуре снизу три строки (табл. 5).
- В первой ячейке строки «А» включить формулу суммы столбца, соответствующих текущей спектральной оценке.

Табл. 5. Матрица спектральных оценок

i	J →	1	2	...	128
1	Массив данных				
2					
...					
512					
	A				
	F				
	f, Гц				

*Примечание.* A – амплитуда спектральной оценки; F – мощность спектральной оценки; f – частота (Гц).

- Использовать маркер автозаполнения для применения данной формулы ко всей строке «A».
- Заполнить строку «F» значениями мощности спектральных оценок, используя формулу

$$= \frac{A_j^2}{2},$$

где  $A_j$  – значение амплитуды j-й спектральной оценки.

- Заполнить строку «f» - значениями текущей частоты, рассчитанной по формуле

$$= \frac{0.5 \cdot j}{L}.$$

- Построить спектр ритма сердца - линейную диаграмму зависимости  $F(f)$ .
- Визуально оценить преобладание тех или иных частот на спектре.
- Вычислить суммарную мощность спектра TP, суммарную мощность низких частот LF, суммарную мощность высоких частот HF.
- Вычислить вклад суммарной мощности спектра в диапазоны HF, LF, VLF:

$$HF_{av} = (HF/TP) * 100 \%;$$

$$LF_{av} = (LF/TP) * 100 \%;$$

$$VLF_{av} = (VLF/TP) * 100 \%.$$

- Вычислить соотношение высоких и низких частот  $HF_{av}/LF_{av}$ .
- По значениям показателя определить степень преобладания низких частот.

- Используя табл. 6, провести диагностику вазомоторного (сосудистого) центра, регулирующего сосудистый тонус.

Табл. 6. *Нормативные параметры вазомоторного центра*

Показатель	Заключение
LFav $\geq$ 55	Выраженное усиление активности вазомоторного центра
LFav = 40...54	Умеренное усиление активности вазомоторного центра
LFav = 20...39	Нормальная активность вазомоторного центра
LFav = 11...19	Умеренное ослабление активности вазомоторного центра
LFav $\leq$ 10	Выраженное ослабление активности вазомоторного центра

- Используя табл. 7, провести диагностику сердечно-сосудистого подкоркового нервного центра.

Табл. 7. *Нормативные параметры подкоркового центра*

Показатель	Заключение
VL Fav $\geq$ 60	Выраженное усиление активности симпатического центра
VL Fav = 45...59	Умеренное усиление активности симпатического центра
VL Fav = 25...44	Нормальная активность подкоркового сердечно-сосудистого центра
VL Fav = 16...24	Умеренное ослабление активности симпатического центра
VL Fav $\leq$ 15	Выраженное ослабление активности симпатического центра

- Документировать результаты работы в отчёт.
- Провести анализ сделанной работы и сформулировать вывод.

#### **4. Отчёт должен содержать:**

- Титульный лист.
- Цель и задачи работы.

- Порядок выполнения работы.
- Вывод о наиболее близком к случайному массиву процессе.
- Вывод о взаимосвязи между статистическими параметрами.
- Вывод о наиболее связанных между собой результатах эксперимента.

○ Вывод по работе.

### **5. Контрольные вопросы**

1. Что такое спектр сигнала?
2. Что лежит в основе спектрального анализа?
3. Что такое гармоники сигнала?
4. Что утверждает теорема Котельникова?
5. Как связаны амплитуда и мощность спектральной оценки?
6. Какова максимальная частота спектра ритмограммы?
7. На какие составляющие разбивается спектр ритмограммы при анализе?
8. Что такое суммарная мощность спектра?
9. Что такое вклад суммарной мощности спектра в частотные диапазоны?
10. Какие частоты в спектре ритмограммы должны преобладать в норме?
11. Какие заключения можно сделать при помощи спектрального анализа ритма сердца?
12. Каковы пределы нормы для показателя активности вазомоторного центра?
13. Каковы пределы нормы для показателя активности подкоркового сердечно-сосудистого центра?

## **Лабораторная работа № 5. ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА**

### **1. Цель работы**

Освоить основы математического анализа ритма сердца.

### **2. Теоретические основы и определения**

Среднее значение рассчитывается как среднеарифметическое значение выборки кардиоинтервалов.

Частота сердечных сокращений – количество кардиоциклов в минуту.

Вариационный размах является разницей между наибольшим и наименьшим значениями динамического ряда кардиоинтервалов.

Дисперсия – выборочное (эмпирическое) значение.

Среднеквадратическое отклонение – квадратный корень из дисперсии.

Коэффициент вариации – отношение (в процентах) среднеквадратического отклонения к соответствующему среднему значению.

Мода – средняя величина  $R-R$ -интервалов в диапазоне значений наиболее часто встречающихся  $R-R$ -интервалов. Мода определяется по гистограмме, построенной с шагом 50 мс (0.05 с), начиная от 0.3 до 1.7 с. Таким образом, определяется один соответствующий максимуму на гистограмме (плотности распределения) из 28 диапазонов значений кардиоинтервалов, каждый из которых имеет ширину 50 мс.

Амплитуда моды – отношение (в процентах) количества интервалов, попавших в диапазон значений моды, к общему количеству учтенных кардиоинтервалов.

Стресс-индекс, или индекс напряжения регуляторных систем, рассчитывается путём деления амплитуды моды, на удвоенное произведение моды на размах.

Вегетативный показатель ритма – обратное произведение моды на размах.

Показатель адекватности процессов регуляции оценивается путём деления амплитуды моды на моду.

### **3. Порядок выполнения**

- Получить от преподавателя текстовый файл, содержащий запись  $RR$ -интервалограммы.

- Открыть полученный файл в программе Excel.

- Вычислить среднее значение в массиве  $RR$ -интервалов:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n RR_i \text{ (мс)},$$

где  $n$  – количество элементов массива  $RR$ ;  $RR_i$  –  $i$ -й элемент массива  $RR$ .

- Вычислить частоту сердечных сокращений:

$$HR = 1000 \cdot \frac{60}{\bar{x}} \text{ [1/мин]}.$$

- Исходя из табл. 8, сделать заключение о суммарном эффекте регуляции.

Табл. 8. *Нормы показателя суммарного эффекта регуляции*

Показатель	Заключение
HR $\geq$ 90	Выраженная тахикардия
HR = 80...89	Умеренная тахикардия
HR = 79...60	Нормокардия
HR = 59...51	Умеренная брадикардия
HR $\leq$ 50	Выраженная брадикардия

- Вычислить вариационный размах:

$$MxDMn = RR_{max} - RR_{min} \text{ (мс)},$$

где  $RR_{max}$  и  $RR_{min}$  – максимальное и минимальное значения в массиве  $RR$ -интервалов.

- Вычислить среднеквадратическое отклонение (СКО)

$$\sigma = \sqrt{D} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2},$$

где  $\sigma$  – среднеквадратическое отклонение;  $D$  - дисперсия.

- Вычислить коэффициент вариации

$$CV = \left(\frac{\sigma}{\bar{x}}\right) 100 \text{ \%}.$$

- Исходя из табл. 9, сделать заключение о функции автоматизма.

Табл. 9. *Нормы показателей функции автоматизма*

Показатель	Заключение
$MxDMn < 60, CV < 2$	Стабильный ритм
$MxDMn = 60...150, CV = 2...4$	Умеренная стабильность ритма
$MxDMn = 151...300$	Нарушений не выявлено
$MxDMn = 301...500$	Умеренная аритмия
$MxDMn > 500$	Выраженная аритмия

- Построить гистограмму массива  $RR$ -интервалов.
- По гистограмме определить количество точек, приходящихся на интервал моды (вершина гистограммы),  $n_{Mo}$ .

- Вычислить значение амплитуды моды по формуле

$$AMo = \left(\frac{n_{Mo}}{n}\right) 100 \text{ \%}.$$

- Оценить вегетативный гомеостаз, используя табл. 10.

Табл. 10. *Нормы показателей вегетативного гомеостаза*

Показатель	Заключение
$MxDMn < 60,$ $AMo > 80$	Выраженное преобладание симпатического отдела нервной системы
$MxDMn = 60...150,$ $AMo = 51...80$	Умеренное преобладание симпатического отдела нервной системы
$MxDMn = 151...300,$ $AMo = 30...50$	Равновесие симпатического и парасимпатического отделов нервной системы
$MxDMn = 301...500,$ $AMo = 20...29$	Умеренное преобладание парасимпатического отдела нервной системы
$MxDMn > 500,$ $AMo < 20$	Выраженное преобладание парасимпатического отдела нервной системы

- По гистограмме определить значение моды -  $Mo$ .
- Рассчитать стресс-индекс, используя следующую формулу:

$$SI = \frac{AMo}{2 \cdot Mo \cdot MxDMn}$$

где  $SI$  – стресс-индекс.

- Сделать вывод об устойчивости регуляции: при значении  $CV > 15$  и  $SI < 15$  определяется нестабильность ритма, связанная с переходным процессом.

- Вычислить вегетативный показатель ритма по формуле

$$ВПР = \frac{1}{Mo \cdot MxDMn}$$

где ВПР – вегетативный показатель ритма.

- Сделать вывод об активности автономного контура регуляции по табл. 11.

Табл. 11. *Нормы показателей активности автономного контура регуляции*

Показатель	Заключение
$ВПР < 7.1$	Повышенная активность автономного контура регуляции
$ВПР = 7.1...9.3$	Нормальная активность автономного контура регуляции
$ВПР > 9.3$	Уменьшение активности автономного контура регуляции

▪ Вычислить показатель адекватности процессов регуляции по формуле

$$\text{ПАПР} = \frac{A_{Mo}}{M_o}$$

где ПАПР – показатель адекватности процессов регуляции.

▪ Используя табл. 12, сделать вывод о централизации управления ритмом.

Табл. 12. *Нормы параметров централизации управления ритмом*

Показатель	Заключение
ПАПР >70	Избыточная централизация управления ритмом
ПАПР = 35...70	Нормальная централизация управления ритмом
ПАПР < 35	Недостаточная централизация управления ритмом

- Документировать результаты работы в отчёт.
- Провести анализ сделанной работы и сформулировать вывод.

#### **4. Отчёт должен содержать:**

- Титульный лист.
- Цель и задачи работы.
- Порядок выполнения работы.
- Заключение о суммарном эффекте регуляции.
- Заключение о функции автоматизма.
- Оценка вегетативного гомеостаза.
- Вывод об активности автономного контура регуляции.
- Вывод о централизации управления ритмом.
- Вывод по работе.

#### **5. Контрольные вопросы**

1. Что такое вариабельность сердечного ритма?
2. Как рассчитывается частота сердечного ритма?
3. Что такое вариационный размах?
4. Что определяет дисперсия ритмограммы?
5. Как рассчитывается коэффициент вариации?
6. Что такое мода и как она определяется?
7. Что такое амплитуда моды?
8. Как определяется стресс-индекс?
9. Как определяется вегетативный показатель ритма?

10. Как определяется показатель адекватности процессов регуляции?
11. По каким показателям можно сделать заключение о суммарном эффекте регуляции?
12. По каким показателям можно сделать заключение о функции автоматизма?
13. Какие показатели оценивают вегетативный гомеостаз?
14. Что оценивает вегетативный показатель ритма?
15. Что оценивает показатель адекватности процессов регуляции?

## **Заключение**

В рамках лабораторных работ по курсу «Компьютерные технологии в медицине» студенты имеют возможность освоить основы использования универсальных электронно-вычислительных машин, применительно к разнообразным потребностям медицины.

Отличительной чертой данного курса лабораторных работ является то, что для их выполнения используется стандартный офисный пакет программ компании Microsoft. Это позволяет применить полученные студентами знания в реальных условиях будущей трудовой деятельности.

В ходе выполнения лабораторных работ студенты освоят:

- основы создания медицинских баз данных на примере электронной медицинской карточки пациента стационара, построенной на базе системы управления базами данных MS Access;
- технику визуализации разнообразных по своей природе медицинских данных с обоснованным выбором необходимого для конкретной задачи метода визуализации в программе MS Excel;
- основы статистической обработки результатов исследований и поиска закономерностей в статистических параметрах на базе программы MS Excel;
- процедуру спектрального анализа биомедицинских сигналов в MS Excel на примере оценки variability ритма сердца;
- стандартную процедуру оценки статистических параметров variability ритма сердца в программе MS Excel.

Отчёты по лабораторным работам студенты создают в программе MS Word или аналогичной.

### Библиографический список

1. *Карпова, Т. С.* Базы данных: модели, разработка, реализация : учебник / Т. С. Карпова. – СПб. : Питер, 2001. – 303 с. – ISBN 5-272-00278-4.
2. *Диго, С. М.* Базы данных: проектирование и использование : учеб. для вузов / С. М. Диго. – М. : Финансы и статистика, 2005. – 591 с. – ISBN 5-279-02571-2.
3. Статистика : учеб. для вузов / под ред. И. И. Елисеева. – М. : Проспект, 2003. – 444 с. – ISBN 5-98032-253-1.
4. *Гмурман, В. Е.* Теория вероятностей и математическая статистика : учеб. пособие для вузов / В. Е. Гмурман. – 9-е изд., стер. – М. : Высш. шк., 2003. – 479 с. – ISBN 5-06-004214-6.
5. *Гаскаров, Д. В.* Интеллектуальные информационные системы : учеб. для вузов / Д. В. Гаскаров. – М. : Высш. шк., 2003. – 431 с. – ISBN 5-06-004611-7.
6. *Назаренко, Г. И.* Медицинские информационные системы : теория и практика / Г. И. Назаренко, Я. И. Гулиев, Д. Е. Ермаков ; под ред. Г. И. Назаренко и Г. С. Осипова. – М. : Физматлит, 2005. – 319 с. – ISBN 5-9221-0594-9.
7. Компьютер для студентов, аспирантов и преподавателей : самоучитель / под ред. В. Б. Комягина. – М. : Триумф, 2002. – 652 с. – ISBN 5-89392-041-4.
8. *Блажис, А. К.* Телемедицина / А. К. Блажис, В. А. Дюк. – СПб. : СпецЛит, 2001. – 142 с. – ISBN 5-299-00084-7.
9. *Рябыкина, Г. В.* Вариабельность ритма сердца : монография / Г. В. Рябыкина, А. В. Соболев. – Москва : Оверлей, 2001. – 196 с. – ISBN 5-85493-036-6.
10. *Морозов, А. Д.* Визуализация и анализ инвариантных множеств динамических систем / А. Д. Морозов, Т. Н. Драгунов. – М. ; Ижевск : Ин-т компьютерных исследований, 2003. – 303 с. – (Компьютинг в математике, физике, биологии). – ISBN 5-93972-260-1.
11. *Макарова, Н. В.* Статистика в Excel : учеб. пособие / Н. В. Макарова, В. Я. Трофимец. – М. : Финансы и статистика, 2006. – 365 с. – ISBN 5-279-02282-9.
12. *Додж, М.* Эффективная работа : Microsoft Office Excel 2003 ; пер. с англ. / М. Додж, К. Стинсон. – СПб. : Питер, 2005. – 1088 с. (Эффективная работа). – ISBN 5-94723-881-0.

## Оглавление

Введение.....	
Лабораторная работа № 1. БАЗА ДАННЫХ "МЕДИЦИНСКАЯ КАРТОЧКА".....	4
Лабораторная работа № 2. ВИЗУАЛИЗАЦИЯ МЕДИЦИНСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	8
Лабораторная работа № 3. ОПИСАТЕЛЬНАЯ СТАТИСТИКА И КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ БИОМЕДИЦИНСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА.....	13
Лабораторная работа № 4. СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РИТМА СЕРДЦА.....	15
Лабораторная работа № 5. ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА.....	19
Заключение.....	25
Библиографический список.....	26

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
«КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МЕДИЦИНЕ».

Составитель  
ИСАКОВ Роман Владимирович

Ответственный за выпуск – зав. кафедрой, профессор Л.Т. Сушкова

Подписано в печать 28.01.11.  
Формат 60x84/16. Усл. печ. л. 1,63. Тираж 100 экз.  
Заказ  
Издательство  
Владимирского государственного университета.  
600000, Владимир, ул. Горького, 87.