

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

Кафедра электронной техники и технологии

***ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ  
ДИАГНОСТИКИ***

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
И КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

для студентов специальности  
I-39 02 03

«Медицинская электроника»  
заочной формы обучения

Минск 2007

УДК 61+621.38 (075)

ББК 5+32. 85 я 73

П 75

С о с т а в и т е л и:  
Н. С. Собчук, С. С. Стебунов

П 75      **Приборы** и системы функциональной диагностики : метод. указания и контрольные задания для студ. спец. I-39 02 03 «Медицинская электроника» заоч. формы обуч. / сост. Н. С. Собчук, С. С. Стебунов. – Минск : БГУИР, 2007. – 22 с.

Методические указания и контрольные задания составлены на основе Образовательного стандарта РД РБ 02100.5.104-98 для специальности I-39 02 03 «Медицинская электроника» и типовой программы курса «Приборы и системы функциональной диагностики» № ТД-39-044/тип от 3.06.2003 г. Издание предназначено для закрепления и углубления теоретических знаний студентов заочной формы обучения, полученных на аудиторных занятиях и в процессе самостоятельного изучения дисциплины.

В издание включены: рабочая программа дисциплины, тематика курсовых работ, лабораторных и практических занятий, список литературы, рекомендации по изучению дисциплины и выполнению курсовой и контрольной работ, приведены варианты контрольных заданий.

**УДК 61+621.38 (075)**

**ББК 5+32. 85 я 73**

© Собчук Н. С., Стебунов С. С., составление, 2007

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

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	5
1.1. Предмет и цель дисциплины, её место в учебном процессе.....	5
1.2. Задачи изучения дисциплины.....	5
1.3. Наименование тем и их содержание.....	6
Введение.....	6
1.3.1. Общие сведения об электронной измерительно- диагностической медицинской аппаратуре.....	6
1.3.2. Физические методы в медицинской диагностике.....	6
1.3.3. Электрофизиологическая измерительная аппаратура (для регистрации биоэлектрической активности).....	8
1.3.4. Методы и устройства функциональной диагностики систем организма.....	9
1.3.5. Обеспечение точности в измерительно-диагностической медицинской аппаратуре.....	10
Заключение.....	11
1.4. Практические занятия, их содержание и объем.....	11
1.5. Лабораторные занятия, их наименование и объем.....	12
1.6. Курсовая работа и её характеристики.....	12
2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	13
2.1. Перечень ТСО, методических указаний, наглядных и других пособий.....	13
2.2. Основная литература.....	13
2.3. Дополнительная литература.....	13
2.4. Методическая литература.....	14
3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	14
3.1. Указания по выполнению курсовой работы.....	14
3.2. Указания по выполнению контрольной работы.....	15
4. КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ.....	17

## ВВЕДЕНИЕ

Медицинская электронная диагностическая аппаратура отличается исключительно высокой наукоемкостью изделий, работа которых связана с использованием разнообразных физико-технических эффектов, а производство основано на высокоэффективных, прогрессивных технологиях. При изготовлении диагностических систем и приборов используются высокотехнологичные материалы самой широкой номенклатуры: от металлических и неметаллических конструкционных до сверхчистых монокристаллических полупроводниковых и материалов с особыми физико-химическими свойствами. В качестве конструктивной и элементной базы электронных и функциональных устройств большой удельный вес имеют изделия микро-, опто- и функциональной электроники, а также микропроцессоры и ЭВМ. За счет применения микропроцессорной техники резко возрастают функциональные возможности диагностических систем и приборов как в области обработки и представления информации, так и при обработке аналоговой информации.

Для получения достоверной диагностической информации особенно важным этапом является этап преобразования физико-технических параметров биологических объектов в электрические сигналы и фиксирования электрических сигналов, вырабатываемых самим биообъектом. Однако процессом формирования электрических сигналов как эквивалентов параметров некоторого порождающего поля не заканчивается процедура получения диагностической информации. Необходима дальнейшая обработка сигналов с тем, чтобы содержащаяся в них информация стала доступной для пользователя при ее предъявлении на устройствах отображения.

Такая обработка осуществляется в специальных электронных блоках, совокупность и последовательность включения которых определяет структуру специальных технических средств – средств обработки сигналов. Совокупность устройств сопряжения с биообъектом, обработки сигналов и отображения информации определяет полную структуру соответствующего технического средства диагностического назначения.

Одной из основных задач дисциплины «Приборы и системы функциональной диагностики» является ознакомление студентов с современным оборудованием диагностического назначения. Изучение дисциплины должно обеспечить техническую осведомленность о диагностической аппаратуре, а также формирование мышления, подразумевающего научность, конкретность, объективность и системность при разработке, обслуживании и исследовании современных диагностических систем.

## 1. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 1.1. ПРЕДМЕТ И ЦЕЛЬ ДИСЦИПЛИНЫ, ЕЕ МЕСТО В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

*Предмет дисциплины* – медицинские аспекты измерения биологических параметров организма человека, диагностические возможности измерений и построение и структура измерительно-диагностической аппаратуры.

*Цель изучения дисциплины* – освоение технических методов функциональной диагностики, теории и проектирования медицинской электронной измерительной аппаратуры.

### 1.2. ЗАДАЧИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Поставленная цель достигается путём изучения:

- принципа работы диагностических средств медицинской электроники (СМЭ);
- конструктивно-технологических, функциональных и физических особенностей изделий СМЭ;
- анализа и синтеза приборов и систем.

В результате изучения дисциплины студенты должны

*знать:*

- принципы работы медицинской электронной измерительной аппаратуры;
- конструктивно-технологические особенности аппаратуры;
- структуру и особенности диагностических методов, различающихся по функциональным, физическим и конструктивно-технологическим признакам;

*уметь характеризовать:*

конструктивно-технологические параметры изделий СМЭ и особенности биологических объектов с целью создания эффективных методик измерений;

*уметь анализировать:*

- принципы работы конкретных изделий СМЭ и разрабатывать на основе анализа эффективные измерительные приборы и системы функциональной диагностики;

*приобрести навыки:*

- измерения выходных параметров СМЭ;
- работы на измерительных стендах и установках;

– разработки и модернизации эффективных измерительных приборов и систем функциональной диагностики.

### **1.3. НАИМЕНОВАНИЕ ТЕМ И ИХ СОДЕРЖАНИЕ**

#### ***Введение***

Предмет, содержание и цель изучения курса. Общие сведения об электронной измерительно-диагностической медицинской аппаратуре. Классификация оборудования. Роль инженера и врача при разработке измерительно-диагностических СМЭ. Медицинские аспекты измерения биологических параметров организма человека. Принципы взаимоотношений понятий «ткань – орган – структура – функция».

#### ***1.3.1. Общие сведения об электронной измерительно-диагностической медицинской аппаратуре***

*Тема 1. Характеристики методических диагностических подходов в медицине с использованием электронной измерительной аппаратуры*

Измеряемые физиологические параметры человека. Обобщенная структура и компоненты медицинского электроизмерительного прибора, системы функциональной диагностики. Требования к электронной измерительно-диагностической аппаратуре. Понятие о точности, специфичности и чувствительности методов; ложноположительные и ложноотрицательные значения. Общие принципы построения диагностического процесса и место электронных измерений.

Базовые медицинские принципы компьютерной информационной технологии.

#### ***1.3.2. Физические методы в медицинской диагностике***

*Тема 1. Инфракрасная термография и тепловое излучение человека*

Медицинское значение регистрации температуры тела человека. Понятие о скрининговых способах диагностики на примере измерения температуры тела человека. Основные законы теплового излучения. Проблемы, связанные с излучательной и отражательной способностью объектов. Термодинамическое равновесие.

*Тема 2. Системы термографии. Термографические системы с оптико-механическим сканированием*

Классификация систем термографии. Термографические системы с оптико-механическим сканированием. Способы сканирования.

*Тема 3. Термографические системы с электронным сканированием*

Термографические системы на базе пировидиконов и видиконов. Измерение абсолютной температуры с помощью (инфракрасных) ИК термографических систем. Обработка и регистрация термографических изображений.

#### *Тема 4. Диагностические возможности термографии в медицине*

Измерение температуры тела, органов зрения и кожных покровов. Методика термографии. Рентгенотермография, Ультразвуковая (УЗ) термография, импедансная термография и сверхвысокочастотная (СВЧ) термография.

*Тема 5. Ультразвуковая диагностическая аппаратура. Принципы построения аппаратуры УЗ-визуализации*

Физические основы УЗ-диагностики, распространение УЗ-волн и их взаимодействие с биотканями. Биологические аспекты воздействия ультразвука на организм. Характеристики акустического поля. Поглощение, рассеяние УЗ, влияние движения биоструктур.

#### *Тема 6. Генерация акустических полей и их структура*

Пьезоэлектрические излучатели УЗ-волн. Многоэлементные преобразователи. Принципы формирования, фокусировки и сканирования УЗ-полей.

#### *Тема 7. Приём УЗК и измерения параметров ультразвука*

Пьезоэлектрические устройства. Методы проведения измерений в точке. Измерение смещения. Измерение радиационного давления. Измерение с большой и малой мишенью. Калориметрия. Методы оптической дифракции. Измерение биологических экспозиций доз.

#### *Тема 8. Эхоимпульсные методы визуализации и измерений*

Режимы и методы сканирования. Обработка сигнала. Устройство получения и отображения эхограмм. Клиническое применение и воздействие диагностического УЗ на биоткани. Перспективы развития УЗ-диагностики.

#### *Тема 9. Доплеровские методы измерения*

Эффект Доплера. Зонд доплеровского прибора. Методы выделения информации о направлении потока. Импульсно-доплеровский измеритель скорости потока крови.

*Тема 10. Рентгеновская диагностическая аппаратура. Общие принципы построения рентгенодиагностических систем*

Взаимодействие рентгеновского излучения с биотканями. Формирование рентгеновского излучения и основные его характеристики. Рентгеновские трубки, конструкции и их характеристики. Спектры рентгеновского излучения.

*Тема 11. Рентгеновская диагностическая аппаратура. Общие принципы построения рентгенодиагностических систем*

Формирование рентгеновского изображения (РИ) и основные его характеристики. Компоненты системы для получения рентгеновского изображения. Модель процесса получения РИ.

#### *Тема 12. Приемники рентгеновского изображения и их характеристики*

Пленки и экраны. Ксерорентгенография, ионография и люминесцентная рентгенография. Усилитель рентгеновского изображения. Цифровая рентгенография. Новые методы регистрации рентгеновского изображения. Вопросы безопасности пациента и оператора.

*Тема 13. Компьютерная томография. Общие принципы построения рентгеновских томографов*

Принципы получения изображений заданных сечений. Поколения рентгеновских томографов. Характеристики детекторов и механических узлов. Устройства предварительной обработки информации. Вычислительная система и спецпроцессор. Варианты практического использования КТ в диагностике.

#### *Тема 14. Радиоизотопная диагностика (РИД)*

Сущность РИД. Аппаратура для получения радиоизотопных изображений. Узлы аппаратуры. Выбор радиоизотопа.

Статическая и динамическая планарная сцинтиграфия, оценка функционального состояния внутренних органов на основе динамической сцинтиграфии.

Эмиссионная компьютерная томография (ЭКТ): варианты ЭКТ, физическая сущность. Позитронная эмиссионная томография (ПЭТ).

#### *Тема 15. Методы и аппаратура для получения ЯМР-изображений*

Ядерный магнитный резонанс (ЯМР): Физическая сущность метода, принцип построения и характеристика аппаратуры на ЯМР. Построение и работа ЯМР- спектрометра и томографа. Характеристики. Применение ЯМР в биологии и медицине.

#### *Тема 16. Биомагнитные измерения и диагностика*

Природа биомагнитных полей организма и возможность их использования для диагностики состояния организма. Методы измерений биомагнитных полей (основные типы магнитометров). Сквид-магнитометр: принцип действия, типы, узлы, основные характеристики. Применение магнитометрии.

### ***1.3.3. Электрофизиологическая измерительная аппаратура (для регистрации биоэлектрической активности)***

#### *Тема 1. Электрокардиография (ЭКГ)*

Требования к аппаратуре. Электрическая ось сердца и отведения ЭКГ. Размещение электродов. Стандартные типы отведений ЭКГ.

Основные блоки и органы управления ЭКГ-аппарата. Помехи и артефакты, действующие при снятии ЭКГ, и их устранение. Кодирование и монтаж ЭКГ. Специальные типы ЭКГ-аппаратов: многоканальные, векторные, для испытаний под нагрузкой с непрерывной записью на магнитофон, фонокардиографы. Обработка ЭКГ на ЭВМ.

#### *Тема 2. Электромиографическая аппаратура*

Сущность электромиографии (ЭМ). Зависимость формы и параметров электромиограммы (ЭМГ) от двигательной активности и патологии. Общая структура и принципы построения ЭМ-аппаратуры. Характеристики электромиограммы и требования к аппаратуре. Отводящие электроды для снятия ЭМГ: требования, разновидности, способы отведения ЭМГ. Зависимость ЭМГ от деятельности сердца и дыхательных движений.

#### *Тема 3. Электроэнцефалография (ЭЭГ)*

Электрофизиологическая природа ЭЭГ. Характерные составляющие волны ЭЭГ, их параметры и условия наблюдения. Методика и аппаратура ЭЭГ.



Размещение электродов и способы отведений в ЭЭГ. Электроды для ЭЭГ: требования к ним, типы, конструкции, параметры электродов. Блоки и узлы современной ЭЭГ-аппаратуры. Особенности ее эксплуатации.

Влияние на ЭЭГ функционального состояния организма. Примеры ЭЭГ. Клиническое применение ЭЭГ. Методы анализа ЭЭГ. Автоматизация анализа ЭЭГ.

#### *Тема 4. Импедансная реоплетизмография (ИРПГ).*

Биофизические основы ИРПГ. Зависимость импеданса биологических тканей (объектов) от частоты тока и свойств биологического объекта.

Технические методы регистрации ИРПГ. Многоканальная реоплетизмография. Вектор-реография. Элементы методики анализа РПГ. Использование метода РПГ в системах медицинской диагностики. Принципы автоматического анализа РПГ.

### ***1.3.4. Методы и устройства функциональной диагностики систем организма***

#### *Тема 1. Электрокардиографические методы исследования функционального состояния сердца*

Методика и аппаратура электрокардиографических исследований. Помехи электрокардиографических исследований. Векторный анализ электрокардиограммы. Патологические изменения электрокардиограммы. Функциональная электрокардиография. Пробы, оценивающие функциональное состояние сердца.

#### *Тема 2. Другие методы и приборы для исследования функционального состояния сердца*

Электрокимография. Кардиография. Динамокардиография. Механокардиография. Ангиокардиография.

#### *Тема 3. Косвенные и прямые методы измерения давления крови*

Метод аускультации – прослушивания токов Короткова. Метод прощупывания. Автоматизация косвенных измерений давления крови. Прямые методы измерения давления крови.

Измерители частоты пульса: структурные схемы, применяемые преобразователи. Определение минутного объема крови методом разведения индикаторов.

Ультразвуковые методы исследования сердечно-сосудистой системы.

#### *Тема 4. Методы исследования функционального состояния сосудов*

Коронаграфия, сфигмография, плетизмография, реография, флебография, электрорентгенография.

#### *Тема 5. Методы и аппаратура исследования системы дыхания*

Аппаратура для исследования функций дыхательной системы. Спирометры, спироанеометры. Электронная аппаратура для импульсной регистрации легочной вентиляции с помощью скоростных крыльчатых датчиков. Универсальная аппаратура для исследований функций дыхательных систем. Расходомеры, пневмотахометры, основанные на измерении перепада

давления (дресселирующие расходомеры). Емкостный измеритель объема легочной вентиляции. Импедансные пневмографы.

#### *Тема 6. Технические методы функциональной диагностики пищеварительной системы*

Органы, входящие в пищеварительную систему и параметры их активности. Методы исследования пищеварительной системы. Эндоскопия. Разновидности эндоскопов.

Основные функции органов пищеварения и методы их исследования. Электрогастрография: основы, техническая реализация. Отведение биопотенциалов желудка. Характеристики биопотенциала желудка. Устройство и характеристики электрогастрографа.

#### *Тема 7. Регистрация других параметров желудка*

Регистрация внутрижелудочного давления. Методы и техническая реализация.

Способы определения эвакуаторной способности желудка.

Особенности и методы диагностирования состояния других органов пищеварительной системы

#### *Тема 8. Физико-оптические методы и устройства для исследования зрения*

Основные зрительные функции, их физический смысл. Методы исследования разрешающей способности (остроты) зрения. Субъективная визометрия. Технические средства исследования остроты зрения. Визоконтрастометрия. Исследование поля зрения. Периметрия. Диагностика дефектов зрения. Методы определения световой и цветовой чувствительности. Измерение внутриглазного давления. Применение компьютеров для анализа функций зрения.

#### *Тема 9. Электрофизиологические методы исследования зрения*

Основные электрофизиологические методы исследования зрения. Электроретинография (ЭРГ). Происхождение ЭРГ и элементы структуры ЭРГ. Методика регистрации ЭРГ. Типы ЭРГ. Виды ЭРГ по форме и связь с патологией. Аппаратура для снятия ЭРГ.

Электроокулография (ЭОГ). Методика снятия ЭОГ. Амплитудно-временные диагностические показатели ЭОГ. Аппаратура для снятия ЭОГ.

Вызванные биопотенциалы зрительной коры, их регистрация и связь с функцией зрения.

Объективная визометрия и визоконтрастометрия.

### ***1.3.5. Обеспечение точности в измерительно-диагностической медицинской аппаратуре***

#### *Тема 1. Системы интенсивного наблюдения (СИН)*

Назначение СИН. Классы СИН. Разновидности СИН.

Общая структура СИН. Требования и характеристики составных частей. Типовые контролируемые параметры. Особенности, алгоритмы, схемы

измерения и регистрации отдельных физиологических параметров в СИН.

Анализ информации в СИН. Реализация на ЭВМ контроля отдельных физиологических параметров.

### *Тема 2. Метрологическое обеспечение СМЭ*

Порядок разработки и метрологическое обеспечение измерительно-диагностической медицинской аппаратуры (ИДМА).

Конструктивно-схемотехнические методы обеспечения точности ИДМА. Моделирование физиологических функций человека.

Испытания измерительно-диагностической медицинской аппаратуры (электрокардиографы).

### *Заключение*

Современные тенденции развития электронного диагностического оборудования.

## **1.4. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ, ИХ СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЕМ**

№	Наименование темы	Содержание	Объем в часах
1	Задачи проектирования новых изделий для диагностических целей	Комплектность технической документации. Текстовые конструкторские документы (спецификации, перечни). Схемы. Система обозначения конструкторских документов	1
2	Методы фильтрации биомедицинских сигналов	Разновидности активных фильтров. Основные параметры фильтров и методы их определения. Принцип действия и расчет фильтров первого и второго порядков. Синтез фильтров более высоких порядков	1
	Всего за семестр		2

## 1.5. ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ, ИХ НАИМЕНОВАНИЕ И ОБЪЕМ

№	Название темы	Содержание	Объем в часах
1	Исследование принципов построения, работы и характеристик миографа	Проводятся исследования миографических сигналов на биообъектах(со стимуляцией и без), калибровка миографа и анализ принципов его построения	2
2	Исследование принципов построения, работы и характеристик реографа	Проводятся исследования реографических сигналов на биообъектах, калибровка реографа измерение параметров основных его блоков и анализ принципов его построения	2
3	Исследование принципов построения, работы и характеристик приборов для измерения параметров органов	Проводятся исследования параметров органов дыхания, калибровка, измерение параметров основных блоков обычного аппарата, аппарата, построенного с применением микроЭВМ, и анализ принципов их построения	2
4	Исследование принципов построения, работы и характеристик базового, автоматизированного, многофункционального медицинского комплекса	Проводятся исследования параметров ряда функций человека, калибровка, измерение параметров основных блоков комплекса и анализ принципов их построения	2
Итого			8

## 1.6. КУРСОВАЯ РАБОТА И ЕЁ ХАРАКТЕРИСТИКИ

По дисциплине студенты выполняют курсовую работу, цель которой получение навыков практического выполнения проектных, конструкторских и расчетных работ по созданию электронной диагностической медицинской аппаратуры.

В заданиях на курсовое проектирование предусматриваются разработка и анализ структурных и принципиальных электрических схем приборов и систем функциональной диагностики, проведение необходимых расчетов оригинального блока.

Объем курсового проекта – 2 листа формата А1 графической части и расчетно-пояснительная записка (20–30 страниц).

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 2.1. Перечень ТСО, методических указаний, наглядных и других пособий

№	Наименование	Тип	Ауд.	Кол.
1	Телевизионная система	ПТУ-55	122-1	1
2	Персональные ЭВМ	IBM	122-1	4
3	Планшет	Медицинские системы мониторинга	122-1	1
4	Планшет	Обобщенная схема диагностической медицинской системы	122-1	1
5	Планшет	Основные параметры кардиосигнала	122-1	1

### 2.2. Основная литература

1. Физика визуализации в медицине / под ред. С. Узбба. Т. 1. – М. : Мир. – 1991. – 397 с.
2. Физика визуализации в медицине / под ред. С. Узбба. Т. 2. – М. : Мир. – 1991. – 376 с.
3. Применение ультразвука в медицине / под ред. К. Хилла. – М. : Мир. – 1989. – 566 с.
4. Ремизов, А. Н. Медицинская и биологическая физика / А. Н. Ремизов. – М. : Высш. шк., 1987. – 307 с.
5. Современные методы биофизических исследований: практикум по биофизике: учеб. пособие / под ред. А. Б. Рубина. – М. : Высш. шк., 1988. – 358 с.
6. Кнеппо, П. А. Биоманнитные измерения / П. А. Кнеппо. – М. : Энергия, 1989. – 285 с.
7. Гуткин, В. Н. Технические методы функциональной диагностики дыхательной, нервно-мышечной и пищеварительной систем человека: учеб. пособие / В. Н. Гуткин, А. Н. Рогачев. – Л. : Медицина, 1991. – 71 с.
8. Камилов, Х. М. Системный подход при исследовании зрительной системы / Х. М. Камилов, Х. А. Туракулов. – Ташкент : Фан, 1990. – 104 с.

### 2.3. Дополнительная литература

9. Медицинская электронная аппаратура для здравоохранения / Л. Кромвелл и др.: пер. с англ. – М. : Радио и связь, 1981. – 344 с.
10. Мазурин, В. Я. Медицинская термография / В. Я. Мазурин. – Кишинев : Штиинца, 1984. – 149 с.
11. Технические средства рентгенодиагностики / под ред. Н. А.

Перилегина. – М. : Медицина, 1981. – 201 с.

12. Биопотенциалы мозга человека: математический анализ / под ред. В. С. Русинова. – М. : Медицина, 1987. – 253 с.

13. Госсорг, Дж. Инфракрасная термография / Дж. Госсорг. – М. : Мир, 1997. – 403 с.

14. Попечителей, Е. Г. Электрофизические и фотометрические способы измерения параметров биологических объектов / Е. Г. Попечителей. – Л. : Медицина, 2002. – 368 с.

15. Методы и средства оперативной цифровой обработки изображений / В. С. Киричук [и др.] // Автометрия. 1984. № 4. – 97 с.

#### **2.4. Методическая литература**

16. Мараховский, Ю. Х. Лабораторный практикум по курсу ПиСФД. Ч.1 / Ю. Х. Мараховский, Н. С. Собчук, В. С. Петрович. – Минск : БГУИР, 1998. – 27 с.

### **3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочим планом дисциплины предусмотрено выполнение курсовой работы и одной контрольной работы в семестре. Варианты тем курсовой работы и заданий указываются преподавателем индивидуально каждому студенту во время установочной сессии. Задание включает вопросы и задачи (выдаются отдельно) по основным разделам курса.

Выполнение курсовой и контрольной работ предусматривает не только изучение студентами учебной и методической литературы, но и самостоятельную работу над справочной и специальной научно-технической литературой, патентными и рекламно-информационными источниками. Это позволит приобрести навыки анализа существующих методик диагностики, а также приборов и систем, использующих данные методики для исследования пациентов. В ходе курсового проектирования, кроме того, приобретаются навыки разработки структурных и принципиальных схем, оценки по технико-экономическим критериям выбора элементной базы и материалов.

Ответы на вопросы должны быть полными, отражать сущность и поясняться рисунками, схемами, графиками и диаграммами (можно в виде ксерокопий). При решении задачи необходимо приводить расчетные формулы, схемы, расшифровывать условные обозначения величин, указывать единицы их измерения.

#### **3.1. УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ**

Выполнение курсовой работы начинается с получения у преподавателя задания, в котором указываются исходные данные, перечень чертежей, содержание пояснительной записки и график работы. Темы курсовых проектов могут быть следующими:

1. Пульсометр.
2. Электрогастрограф.
3. Аудитрометр цифровой.
4. Автоматический УЗ эхосканер.
5. Цифровой измеритель кровяного давления.
6. Электроэнцефалограф.
7. Многоканальный электрокардиограф.
8. Система сканирования рентгеновского томографа.
9. Система сбора данных рентгеновского томографа.
10. Эхоскоп акушерский.
11. Ангиографическая установка.
12. Программное обеспечение рентгенодиагностической установки.
13. Система для автоматизации анализа мышц.
14. Сверхпроводниковый магнитометр.

После получения задания с использованием литературных источников проводится анализ физических принципов, лежащих в основе рассматриваемого метода контроля и приборов, реализующих данный метод измерения. В данном разделе пояснительной записки приводятся схемы приборов, их технические характеристики и отмечаются достоинства и недостатки. На основании анализа выбирается прототип и делается вывод о необходимости разработки. Основанием для разработки нового прибора может быть применение современной элементной базы, уменьшение массогабаритных показателей, расширение реализуемых функций, новый физический принцип и экономические аспекты. Обязательны ссылки на используемые источники.

В разделе «Разработка структурной схемы» обосновывается необходимость использования в приборе основных составных узлов, взаимосвязи между ними, выполняемые функции, описывается принцип работы прибора.

В разделе «Разработка принципиальной электрической схемы» описывается принцип работы всего прибора или его блока, приводятся расчеты и осуществляется выбор элементной базы с указанием используемых справочных данных.

В разделе «Разработка блока калибровки» разрабатывается методика быстрой проверки работоспособности диагностического прибора перед работой и аппаратные средства для её реализации.

В пояснительной записке, кроме того, должны быть введение, заключение, список литературы и приложения. Чертежи и записка выполняются в соответствии с требованиями ЕСКД.

### **3.2. УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ**

Указанная контрольная работа выполняется в течение семестра. Вопросы и задачи этой работы относятся к теоретическим основам процедур исследования биологических объектов и аппаратным средствам, реализующим их.

Характеристики методических диагностических подходов в медицине с использованием электронной измерительной аппаратуры рассмотрены в литературе [1–3, 13, 14].

Инфракрасная термография и тепловое излучение человека, системы термографии, термографические системы с оптико-механическим и электронным сканированием и диагностические возможности термографии в медицине охарактеризованы в литературе [1–3, 13].

При рассмотрении ультразвуковой диагностической аппаратуры и принципов построения аппаратуры для УЗ-визуализации рекомендуется пользоваться литературой [1, 3].

При освещении вопросов, касающихся рентгеновской диагностической аппаратуры, следует обращаться к литературе [1, 2]. Здесь должны быть рассмотрены физические основы и инженерные характеристики диагностической аппаратуры, а также устройства для получения и регистрации рентгеновского излучения.

Компьютерная томография всех видов рассмотрена также в литературе [11].

Данные по вопросам, относящимся к теме «Электрофизиологическая измерительная аппаратура (для регистрации биоэлектрической активности)», приведены в литературе [12, 14]. Необходимо обратить внимание на то, что эти электрические сигналы вырабатываются системами и объектами организма, что для их регистрации используются различные по конструкции и характеристикам электроды. Ответ на вопрос по теории сплавов желательно дополнить анализом частотных диапазонов и диапазона амплитуд.

При подготовке ответов по теме «Методы и устройства функциональной диагностики систем организма» используются данные литературы [6–9, 12–15]. Анализируются различные способы получения диагностической информации об одних и тех же системах. Следует обращать внимание на точностные параметры и характеристики производительности.

При рассмотрении методов и устройств для исследования зрения следует разделять физико-оптические и электрофизиологические методы. С помощью первой группы методов измеряются различные параметры органов зрения с применением разнообразных физико-технических воздействий и регистрации результата воздействия. При помощи второй группы методов регистрируется электрическая активность органов зрения.

По теме «Обеспечение точности в измерительно-диагностической медицинской аппаратуре» [12, 15] структура ответа должна быть ориентирована на надежность, точность и достоверность получаемой информации.

Теоретические вопросы и подходы к решению задач по темам исчерпывающе изложены в [14, с. 142-162]. Наибольшее внимание следует уделять рассмотрению функционирования устройств, выбору элементной базы. Рассматривая вопросы использования элементной базы, необходимо приводить справочные данные конструктивного характера, электрические характеристики и параметры.



## 4. КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

### Вариант 1

1. Измеряемые физиологические параметры человека. Обобщенная структура и компоненты медицинского электроизмерительного прибора, системы функциональной диагностики. Понятие о точности, специфичности и чувствительности методов, ложноположительные и ложноотрицательные значения.

2. Методика и аппаратура электрокардиографических исследований.

3. Задача.

### Вариант 2

1. Классификация систем термографии. Термографические системы с оптико-механическим сканированием. Способы сканирования.

2. Векторный анализ электрокардиограммы. Патологические изменения электрокардиограммы. Функциональная электрокардиография. Пробы, оценивающие функциональное состояние сердца.

3. Задача.

### Вариант 3

1. Термографические системы на базе пировидиконов и видиконов. Измерение абсолютной температуры с помощью ИК термографических систем. Обработка и регистрация термографических изображений.

2. Электрокимография. Кардиография. Динамокардиография. Механокардиография. Ангиокардиография.

3. Задача.

### Вариант 4

1. Измерение температуры тела, органов зрения и кожных покровов. Методика термографии. Рентгенотермография, УЗ-термография, импедансная термография и СВЧ-термография.

2. Метод аускультации-прослушивания токов Короткова. Метод прощупывания. Автоматизация косвенных измерений давления крови. Прямые методы измерения давления крови.

3. Задача.

### Вариант 5

1. Физические основы УЗ-диагностики, распространение УЗ-волн и их взаимодействие с биотканями. Биологические аспекты воздействия ультразвука на организм. Характеристики акустического поля.

2. Измерители частоты пульса: структурные схемы, применяемые преобразователи. Определение минутного объема крови методом разведения индикаторов.

3. Задача.

### Вариант 6

1. Пьезоэлектрические излучатели УЗ-волн. Многоэлементные преобразователи. Принципы формирования, фокусировки и сканирования УЗ-полей.

2. Методы исследования функционального состояния сосудов. Каронография, сфигмография, плетизмография, реография, флебография, электрорентгенография.

3. Задача.

#### Вариант 7

1. Пьезоэлектрические устройства. Методы проведения измерений в точке. Измерение смещение. Измерение радиационного давления. Измерение с большой и малой мишенью. Калориметрия. Методы оптической дифракции.

2. Аппаратура для исследования функций дыхательной системы. Спирометры, спироанеометры.

3. Задача.

#### Вариант 8

1. Режимы и методы сканирования. Обработка сигнала. Устройство для получения и отображения эхограмм. Клиническое применение и воздействие диагностического УЗ на биоткани. Перспективы развития УЗ-диагностики.

2. Электронная аппаратура для импульсной регистратуры легочной вентиляции с помощью скоростных крыльчатых датчиков. Универсальная аппаратура для исследований функций системы дыхания.

3. Задача.

#### Вариант 9

1. Эффект Доплера. Зонд доплеровского прибора. Методы выделения информации о направлении потока. Импульсно-доплеровский измеритель скорости потока крови.

2. Расходомеры, пневмотахометры, основанные на измерении перепада давления (дросселирующие расходомеры). Емкостный измеритель объема легочной вентиляции. Импедансные пневмографы.

3. Задача.

#### Вариант 10

1. Взаимодействие рентгеновского излучения с биотканями. Формирование рентгеновского излучения и основные его характеристики. Рентгеновские трубки: конструкции и их характеристики. Спектры рентгеновского излучения.

2. Ультразвуковые методы исследования сердечно-сосудистой системы.

3. Задача.

#### Вариант 11

1. Формирование рентгеновского изображения (РИ) и основные его характеристики. Компоненты системы для получения рентгеновского изображения. Модель процесса получения РИ.

2. Органы, входящие в пищеварительную систему и параметры их активности. Методы исследования пищеварительной системы. Эндоскопия. Разновидности эндоскопов.

3. Задача.

#### Вариант 12

1. Пленки и экраны. Ксерорентгенография, ионография и люминесцентная рентгенография. Усилитель рентгеновского изображения.

Цифровая рентгенография. Новые методы регистрации рентгеновского изображения.

2. Основные функции органов пищеварения и методы их исследования.

Электрогастрография: основы, техническая реализация.

3. Задача.

#### Вариант 13

1. Принципы получения изображений заданных сечений. Поколения рентгеновских томографов. Характеристики детекторов и механических узлов. Устройства предварительной обработки информации. Вычислительная система и спецпроцессор.

2. Отведение биопотенциалов желудка. Характеристики биопотенциала желудка. Устройство и характеристики электрогастрографа.

3. Задача.

#### Вариант 14

1. Сущность РИД. Аппаратура для получения радиоизотопных изображений. Узлы аппаратуры. Выбор радиоизотопа. Статическая и динамическая планарная сцинтиграфия, оценка функционального состояния внутренних органов на основе динамической сцинтиграфии.

2. Регистрация внутрижелудочного давления. Методы и техническая реализация.

3. Задача.

#### Вариант 15

1. Эмиссионная компьютерная томография(ЭКТ): варианты ЭКТ, физическая сущность. Позитронная эмиссионная томография (ПЭТ).

2. Способы определения эвакуаторной способности желудка.

3. Задача.

#### Вариант 16

1. Ядерный магнитный резонанс: физическая сущность метода, принцип построения и характеристика аппаратуры на ЯМР. Построение и работа ЯМР спектрометра и томографа. Характеристики.

2. Особенности и методы диагностирования состояния других органов пищеварительной системы.

3. Задача.

#### Вариант 17

1. Природа биомагнитных полей организма и возможность их использования для диагностики состояния организма. Методы измерений биомагнитных полей (основные типы магнитометров).

2. Основные зрительные функции, их физический смысл. Методы исследования разрешающей способности (остроты) зрения. Субъективная визометрия.

3. Задача.

#### Вариант 18

1. Сквид-магнитометр: принцип действия, типы, узлы, основные характеристики. Применение магнитометрии.

2. Технические средства исследования остроты зрения. Визоконтрастометрия. Исследование поля зрения. Периметрия.
3. Задача.

#### Вариант 19

1. Электрическая ось сердца и отведения ЭКГ. Размещение электродов. Стандартные типы отведений ЭКГ. Основные блоки и органы управления ЭКГ-графа. Помехи и артефакты, действующие при снятии ЭКГ и их устранение. Кодирование и монтаж ЭКГ.

2. Диагностика дефектов зрения. Методы определения световой и цветовой чувствительности. Измерение внутриглазного давления (ВГД). Применение компьютеров для анализа функций зрения.

3. Задача.

#### Вариант 20

1. Специальные типы ЭКГ-графов: многоканальные, векторные, для испытаний под нагрузкой с непрерывной записью на магнитофон, фонокардиографы. Обработка ЭКГ на ЭВМ.

2. Основные электрофизиологические методы исследования зрения. Электроретинография. Происхождение ЭРГ и элементы структуры ЭРГ. Методика регистрации ЭРГ. Типы ЭРГ. Виды ЭРГ по форме и связь их с патологией. Аппаратура для снятия ЭРГ.

3. Задача.

#### Вариант 21

1. Сущность электромиографии. Зависимость формы и параметров электромиограммы от двигательной активности и патологии. Отводящие электроды для снятия электромиограммы (ЭМГ): требования, разновидности. Зависимость ЭМГ от деятельности сердца и дыхательных движений.

2. Электроокулография. Методика снятия электроокулограммы (ЭОГ). Амплитудно-временные диагностические показатели ЭОГ. Аппаратура для снятия ЭОГ.

3. Задача.

#### Вариант 22

1. Общая структура и принципы построения электромиографической аппаратуры. Характеристики электромиограммы (ЭМГ) и требования к аппаратуре. Способы отведения ЭМГ.

2. Вызванные биопотенциалы зрительной коры, их регистрация и связь с функцией зрения.

3. Задача.

#### Вариант 23

1. Электрофизиологическая природа электроэнцефалограммы (ЭЭГ). Характерные составляющие волны ЭЭГ, их параметры и условия наблюдения. Методика и аппаратура ЭЭГ. Размещение электродов и способы отведений в ЭЭГ. Электроды для ЭЭГ: требования к ним, типы, конструкции, параметры.

2. Объективная визометрия и визоконтрастометрия.

3. Задача.

#### Вариант 24

1. Блоки и узлы современной ЭЭГ-аппаратуры. Особенности ее эксплуатации. Влияние на ЭЭГ функционального состояния организма. Примеры ЭЭГ. Клиническое применение ЭЭГ. Методы анализа ЭЭГ. Автоматизация анализа.

2. Общая структура систем интенсивного наблюдения (СИН). Требования и характеристики составных частей. Типовые контролируемые физиологические параметры. Особенности, алгоритмы и схемы измерения и регистрации отдельных физиологических параметров в СИН.

3. Задача.

#### Вариант 25

1. Биофизические основы импедансной реоплетизмографии (ИРПГ). Зависимость импеданса биологических тканей (объектов) от частоты тока и свойств биологического объекта. Технические методы регистрации ИРПГ.

2. Анализ информации в СИН. Реализация на ЭВМ контроля отдельных физиологических параметров.

3. Задача.

#### Вариант 26

1. Многоканальная реоплетизмография (РПГ). Вектор-реография. Элементы методики анализа РПГ. Использование метода РПГ в системах медицинской диагностики. Принципы автоматического анализа РПГ.

2. Порядок разработки и метрологическое обеспечение измерительно-диагностической медицинской аппаратуры (ИДМА).

3. Задача.

#### Вариант 27

1. Акустический микроскоп с регистрацией в ближней зоне и акустический микроскоп в трансмиссионном режиме.

2. Конструктивно-схемотехнические методы обеспечения точности ИДМА. Моделирование физиологических функций человека.

3. Задача.

#### Вариант 28

1. Получение изображения в термографической системе. Разновидности строчной и кадровой оптико-механической развертки (ОМР). Вращение системы. Колебания плоского зеркала. Зеркальная и пропускающая призмы. Вращение барабана с объективами. Вращающиеся клинья.

2. Испытания измерительно-диагностической медицинской аппаратуры (электрокардиографы).

3. Задача.

Учебное издание

# ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
И КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

для студентов специальности  
I-39 02 03

«Медицинская электроника»  
заочной формы обучения

Авторы-составители:

**Собчук Николай Сергеевич**

**Стебунов Сергей Степанович**

Редактор С. Б. Саченко

Корректор Е. Н. Батурчик

---

Подписано в печать 28.09.2007.  
Гарнитура «Таймс».  
Уч.-изд. л. 1,2.

Формат 60x84 1/16.  
Печать ризографическая.  
Тираж 100 экз.

Бумага офсетная.  
Усл. печ. л. 1,51.  
Заказ 127.

---

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