

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
профессионального образования
«Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники»
(ТУСУР)

Кафедра конструирования узлов и деталей РЭА (КУДР)

С.Г. Еханин

Основы медицинской электроники

**Методические указания к практическим, лабораторным
занятиям и самостоятельной работе**

для студентов специальности 210201 - Проектирование и технология радио-
электронных средств, специализации – Конструирование и технология биомеди-
цинской аппаратуры.

Томск 2012

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1. Методика проведения практических занятий.....	5
1.1 Предлагаемые темы практических занятий.....	5
1.2 План проведения практического занятия (пример).....	7
2. Методика проведения лабораторных занятий.....	7
2.1. Примерный перечень лабораторных работ.....	8
2.2. Методические указания к лабораторным работам.....	8
3. Методика проведения самостоятельной работы студентов.....	10
4. Список рекомендуемой литературы.....	11

ВВЕДЕНИЕ

Курс “Основы медицинской электроники“ – входит в учебный план и является основным в цикле специальных дисциплин для специальности 210201 «Проектирование и технология радиоэлектронных средств», специализации – «Конструирование и технология биомедицинской аппаратуры».

В связи с общими тенденциями, проходящими в высшем образовании, связанными с фундаментализацией и гуманитаризацией образования, а, кроме того, в связи с тем, что стал развиваться компетентностный подход, данная дисциплина была коренным образом переработана.

В рабочей программе курса “Основы медицинской электроники” сформулирована следующая цель преподавания данной дисциплины:

- *Ознакомить студентов с принятыми физиологическими и биофизическими моделями функционирования организма человека, со спецификой электрических и неэлектрических измерений биофизических и физиологических показателей организма, с техникой безопасности при электрических измерениях.*
- *Ознакомить с устройствами съема, преобразования, передачи и регистрации медико-биологической информации, телеметрическими системами в медицине.*
- *Дать понятия о низкочастотной и высокочастотной физиотерапевтической электронной аппаратуре, о диагностических и терапевтических устройствах интроскопии в медицине.*
- *Ознакомить с системным подходом к описанию биологических объектов организма, проблемами моделирования биологических процессов и систем, с применением вычислительных систем в здравоохранении.*

- *Дать практические навыки в работе с устройствами медицинской электроники, навыки в измерении некоторых характеристик функционирования организма человека, в разработке новых устройств медицинской электроники.*

Таким образом, чтобы обеспечить в дальнейшем высокое качество прохождения практических, лабораторных занятий и самостоятельной работы студентов, необходимо уменьшить дублирование и увеличить долю основополагающего материала.

Т.е. дать студентам *физико-химические, медикобиологические, физиологические основы проектирования радиоэлектронных приборов, применяемых в медицине. Ознакомить студентов с новейшими теориями, методами, технологиями применяемыми в настоящее время в диагностике, профилактике болезней и лечении человека. Ознакомить студентов с некоторыми вопросами валеологии, некоторыми теоретическими и практическими материалами, касающимися здоровья человека.*

Эти знания, несомненно, расширят кругозор студентов, помогут глубже понять проблемы стоящие перед разработчиками новой биомедицинской аппаратуры.

В связи с этим, прежде чем, например, рассказывать о биоэлектрических потенциалах кожи, сердца, мозга, мышц необходимо дать хотя бы краткие сведения о биоэнергетике клетки, о ее электрических потенциалах: покоя, действия и т.д. В разделе “Основы биологической и медицинской кибернетики” необходимо предусмотреть изложение медицинских аспектов этой темы: понятие о гомеостазе, об иерархии управления постоянством внутренней среды, влияния стрессовых ситуаций на гомеостаз и др.

При ознакомлении студентов с новейшими медицинскими технологиями оздоровления необходимо прежде дать им понятия об иерархии причинно-следственных связей в возникновении заболеваний, о роли космо-геофизических, социальных и техногенных факторов на здоровье человека, ознакомить с тради-

ционными и нетрадиционными физиологическими и биофизическими моделями функционирования организма человека.

Что касается технической стороны курса “Основы медицинской электроники”, то данный курс содержит подробное изложение специфики и классификации измерений биофизических, физиологических и энергоинформационных показателей жизнедеятельности человека, а также устройств медицинской электроники, включая и устройства физиотерапевтического воздействия.

1. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ.

Как указывается в рабочей программе курса “Основы медицинской электроники”, в итоге изучения этой дисциплины студенты должны получить кроме всего прочего навыки в разработке новых устройств медицинской электроники. Однако прежде необходимо ознакомить студентов с теоретическими вопросами выбранной темы практического занятия, медико-биологическими особенностями реализации данной задачи, описанием работы существующих приборов. Провести обсуждение возможностей усовершенствования типового медико-биологического прибора с учетом применения новейшей элементной базы, новых схемотехнических и конструктивных решений. Провести схемную и конструктивную проработку отдельных узлов, блоков и прибора в целом.

1.1 Предлагаемые темы практических занятий:

1. Задачи гемодинамики : ламинарное и турбулентное течение, число Рейнольдса, шумы при переходе от ламинарного течения к турбулентному, модели кровообращения, сердечно-сосудистой системы, методы измерения вязкости и давления крови. Приборы измерения давления. Схемная и конструктивная проработка портативного прибора для измерения давления крови.

2. Задачи гемодинамики (продолжение): Методы измерения объема крови, скорости кровотока (метод импедансного плетизмографа, метод меченых

атомов и др.). Приборы измерения скорости кровотока и объема крови. Схемная и конструктивная проработка портативного ультразвукового прибора определения скорости потока крови.

3. Задачи электродинамики в медицине: Модель сердца как электрического диполя. Описание приборов для измерения электрокардиограмм. Схемная и конструктивная проработка портативного кардиотахометра.

4. Задачи электродинамики в медицине (продолжение). Электрические характеристики биологически активных точек. Метод Фолля. Описание существующих приборов, обсуждение возможностей их совершенствования. Схемная и конструктивная проработка портативного прибора электропунктурной диагностики.

5. Электромагнитные и электроакустические свойства тканей организма. Методы КВЧ-терапии. Описание существующих приборов, обсуждение возможностей их совершенствования. Схемная и конструктивная проработка портативного прибора КВЧ-терапии.

6. Аэроионотерапия, электростатический душ, гелиобиология. Описание функционирования существующих медицинских приборов, обсуждение возможностей их усовершенствования. Схемное и конструкторское решение портативного устройства аэроионотерапии.

7. Задачи атомной и ядерной физики в медицине: Электронный парамагнитный резонанс (ЭПР), условия наблюдения ЭПР, проблемы создания портативного устройства контроля за содержанием вредных веществ в воздухе. Схемная и конструктивная проработка такого портативного устройства.

8. Задачи атомной и ядерной физики в медицине: Ядерный магнитный резонанс, ядерный гамма-резонанс. Устройства ЯМР-интроскопии в медицине. Описание функционирования существующих устройств ЯМР-интроскопии, обсуждение возможностей их усовершенствования.

1.2 План проведения практического занятия (пример)

В качестве примера можно привести план проведения первого практического занятия – «Разработка портативного автоматизированного устройства измерения артериального давления».

1. Теоретическая часть. Ознакомление студентов с некоторыми теоретическими проблемами гемодинамики: с ламинарным и турбулентным течением жидкостей, влиянием вязкости на течение жидкости, некоторыми моделями кровообращения.

2. Описание работы типового прибора измерения артериального давления (с манжетой, манометром и тонометром). Ознакомление с методом измерения систолического и диастолического кровяного давления (по шумам Короткого).

3. Формирование задач на разработку портативного автоматизированного электронного прибора измерения артериального давления: требования к датчику, схемам регистрации и индикации, конструкции прибора.

4. Выбор типа датчика, разработка его конструкции.

5. Разработка функциональной схемы прибора.

6. Разработка принципиальных схем отдельных функциональных узлов.

7. Выбор и обоснование элементной базы.

8. Разработка варианта конструкции разрабатываемого прибора.

Таким образом, предлагаемые темы практических занятий расширяют кругозор студентов, позволяют закрепить знания по фундаментальным дисциплинам, знакомят с существующими биомедицинскими приборами и дают навыки в решении проблем разработки новых биомедицинских приборов.

2. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

В рабочей программе данной дисциплины так сформулирована цель проведения лабораторных работ: дать практические навыки в работе с устройствами медицинской электроники, навыки в измерении некоторых характеристик функционирования организма человека.

2.1 Примерный перечень лабораторных работ:

1. Преобразователи неэлектрических величин в электрические величины. Исследование характеристик (чувствительность, разрешение, точность преобразования, частотные свойства и др.) некоторых преобразователей (резистивные, тензометрические, емкостные, индуктивные, на эффекте Холла, пьезоэлектрические, оптические, преобразователи температуры и др.) от параметров окружающей среды, динамических характеристик сигнала (4 часа).

2. Исследование характеристик (электрохимического потенциала и др.) электродов для съема биологических электрических сигналов в зависимости от типа электродов, времени измерений, параметров окружающей среды (4 часа).

3. Медицинские приборы, регистрирующие биопотенциалы (электромиограф, электрокардиограф и др.). Изучение физических основ, принципов работы и приобретение навыков измерения (4 часа).

4. Изучение устройства работы и некоторых характеристик приборов, включающих в себя аналого-цифровые преобразователи (цифровой электронный термометр) - 4 часа.

5. Измерение кожно-гальванического потенциала. (4 часа).

6. Измерение характеристик слуха человека (4 часа).

7. Измерение характеристик слуха человека (4 часа).

8. Измерение кардиограмм (4 часа).

9. Электропунктурные исследования организма человека (4 часа).

2.2. Методические указания к лабораторным работам

При постановке и опробовании этих лабораторных работ выяснилось, что необходимо существенно расширить целевые установки, сформулированные в рабочей программе. Кроме приобретения навыков работы с подобными приборами и умения проводить измерения и их расшифровывать, целесообразно постоянно ориентировать студентов на вопросы, касающихся физики процессов, разра-

ботки новых методов измерения исследуемых характеристик, модернизации отдельных узлов данного медицинского прибора и конструкции в целом.

Например, к разработке первой лабораторной работы подтолкнуло наблюдение проверки остроты слуха в нашей межвузовской поликлинике. Врач отходит в дальний угол кабинета и оттуда говорит что-нибудь шепотом, если пациент поймет, о чем речь, значит, у него слух хороший. Из этого примера понятна актуальность разработки методов и приборов для измерения не только остроты слуха, но и амплитудно-частотных его характеристик (для каждого уха). Данная лабораторная работа поставлена так, что студенты имеют возможность из представленного оборудования сами составить исследовательскую установку, опробовать свои методы исследования слуха. Кроме того, в отчете по лабораторной работе студенты излагают соображения о внедрении подобной установки в медицинские учреждения, о разработке конструкции такого прибора.

При выполнении лабораторной работы “Измерение электрокардиограмм” внимание студентов направляется на изучение физико-химических процессов, протекающих на границе электрод-кожа, физических процессов, приводящих к появлению электрических сигналов, сопровождающих деятельность сердца, на поверхности кожи, а также на необходимость согласования внутреннего сопротивления источника сигнала (сопротивление кожи) с входным сопротивлением усилительных каскадов регистрирующей системы кардиографа. Рассматриваются возможности усовершенствования кардиографа с точки зрения применения новой элементной базы, использования микропроцессоров и средств вычислительной техники. Ну и, наконец, студенты получают некоторые навыки в расшифровке электрокардиограмм, в понимании биофизических и физиологических процессов, протекающих в сердечно-сосудистой системе человека.

Что касается подготовки новых лабораторных работ, то в качестве тем их разработки целесообразнее взять темы из нетрадиционной медицины. Например, очень интересные лабораторные работы могут получиться на темы исследования электрических, оптических, тепловых и др. характеристик биологически активных точек на коже человека в зависимости от психофизиологического состояния

человека, времени (биоритмы) и др. Данная тема (биологически активные точки) очень популярна в медицинской среде, активно исследуется и внедряется в практику диагностики и лечения. При этом, с точки зрения подготовки лабораторных работ, не требуется сложного и дорогостоящего оборудования.

3. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ.

Так как на каждом практическом занятии прорабатывается определенная тема, связанная с применением какого-либо раздела физики в медицине, проводится ознакомление с существующими медико-биологическими приборами и приводятся попытки их усовершенствования, то, естественно, полностью проработать данную задачу за одно практическое занятие нереально. Поэтому, доработка темы, начатой на практическом занятии, может быть перенесена на самостоятельную работу. При этом каждому студенту выдается индивидуальное задание на проработку каждого функционального узла модернизируемого прибора (составление принципиальной электрической схемы, выбор элементной базы, проведение некоторых конструкторских расчетов и др.).

Такая организация учебного процесса по данной дисциплине, на наш взгляд, является наиболее целесообразной и полезной не только для усвоения учебного материала данной дисциплины, но и хорошей практикой для подготовки к творческому заданию государственного экзамена по специальности.

4. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ремизов А.Н. Курс физики. Учебник. - М.: Высшая школа, 2001. – 500 с.
2. Ремизов А.Н. Курс физики, электроники и кибернетики для медицинских институтов: Учебник. – М.: Высшая школа, 1982. – 607 с.
3. Медицинская электронная аппаратура для здравоохранения: Пер. с англ./ Л. Кромвел, М. Ардитти, Ф. Вейбел и др.; Пер под ред. Утямышева Р.И. – М.: Радио и связь, 1981. – 344 с.
4. Антонов В.Ф., Черныш А.М. и др. Практикум по биофизике: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. – М.: Гуманит. Изд. Центр ВЛАДОС, 2001. – 352 с.
5. Крейчи В. Мир глазами современной физики. – М.: Мир, 1984.