**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**им. Н.Э.Баумана**

**ФАКУЛЬТЕТ «БИОМЕДИЦИНСКАЯ ТЕХНИКА»**

**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_КАФЕДРА «БИОМЕДИЦИНСКИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**«УТВЕРЖДАЮ»**

**Декан факультета БМТ**

**д.т.н., профессор**

**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ С.И. Щукин**

**«\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2004 г.**

МЕТОДИЧЕСКИЕ Указания

**к курсовой работе**

**по дисциплине**

**«МЕДИЦИНСКИЕ ПРИБОРЫ, АППАРАТЫ, СИСТЕМЫ И КОМПЛЕКСЫ»**

**МОСКВА 2004 г.**

Методические указания составил к.т.н., доцент: В.А. Карпухин

Методические указания обсуждены и одобрены на заседании кафедры БМТ-1

Заведующий кафедрой БМТ-1: Спиридонов И.Н.

“\_\_\_\_\_”\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2004 г.

Методические указания рассмотрены и одобрены

методической комиссией факультета БМТ

Председатель методической комиссии: Квашнин С.Е.

“\_\_\_\_\_”\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2004 г.

Согласовано:

Заведующий кафедрой БМТ-2: Щукин С.И.

“\_\_\_\_\_”\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2004 г.

I. Цель и задачи курсовой работы

Курсовая работа завершает изучение дисциплины "Меди­цинские приборы, аппараты, системы и комплексы" и служит закреплению по­лученных знаний.

Цель курсовой работы - практическое освоение знаний, полученных в результате изучения современных методов расчета, конструирования и исследования медицинских приборов, аппаратов, систем и комплексов (МПАСиК).

В процессе выполнения курсовой работы студент должен научиться:

- оценивать актуальность предложенной темы;

* анализировать биологический объект применительно к разра­батываемому прибору или аппарату;
* на основе анализа биообъекта и существующей аппаратуры формулировать основные разделы медико-технических требований на разрабатываемую аппаратуру;
* анализировать биотехническую систему в целом;
* рассчитывать и моделировать конкретные блоки электронной медицинской техники;
* пользоваться научно-технической литературой, справочниками, ГОСТами и т.п.;
* применять современное программное обеспечение для проектирования и расчетов структурных и принципиальных схем медицинских приборов и аппаратов.

2. Тематика курсовых работ.

Тематика курсовых работ по дисциплине МПАСИК должна соответствовать современному состоянию науки и техники, а также практическим требованиям медицины. В процессе выполнения курсовой работы студент должен провести разработку биотехнической системы по предложенной теме, структурной схемы прибора или аппарата, а также произвести расчет и моделирование отдельного блока, устройства или системы.

При выдаче задания на курсовую работу студенту может быть предложена одна из тем, указанных в табл.1. Кафедра оставляет за собой пра­во пересмотра тематик курсовых работ и их изменения в соот­ветствии с современными требованиями медицины.

Таблица 1. Примерные темы для выполнения курсовой работы по дисциплине МПАСИК.

|  |  |
| --- | --- |
| Порядковый номер сту­дента в журнале | Тема курсовой работы |
|  | Разработка электрокардиографа. |
|  | Разработка электроэнцефалографа. |
|  | Разработка электромиографа. |
|  | Разработка электроокулографа |
|  | Разработка реоплетизмографа. |
|  | Разработка автоматического измерителя артери­ального давления. |
|  | Разработка аппарата для низкочастотной магнитотерапии. |
|  | Разработка аппарата для ультразвуковой хирургии. |
|  | Разработка аппарата для ультразвуковой терапии. |
|  | Разработка аппарата для УВЧ-терапии. |
|  | Разработка биоуправляемого дефибриллятора. |
|  | Разработка биоуправляемого протеза верхней конеч­ности. |
|  | Разработка биоуправляемого протеза нижней конеч­ности. |
|  | Разработка РН-метра. |
|  | Разработка измерителя температуры. |
|  | Разработка измерителя квазипостоянных биопотенциалов. |
|  | Разработка аппарата для аэроионотерапии. |
|  | Разработка БТС аэроионотерапии с каналом контроля концентрации легких ионов кислорода. |
|  | Разработка прибора для исследования кожно-гальванической реакции. |
|  | Разработка прибора для исследования электрических характеристик точек акупунктуры. |
|  | Разработка анализатора водных сред организма. |

В отдельных случаях, учитывая интересы студента, тема курсо­вой работы может быть заменена по согласованию с преподавате­лем, ответственным за курс МПАСИК. Замена проводится только в том случае, если в перспективе возможно развитие предполагаемой те­матики в рамках дипломного проекта. При выполнении курсовой работы в ней обязательно должны быть предусмотрены элементы новизны и детальная проработка тех узлов или блоков, которыеотражают медико-техническую специфику. Причем исходные данные для проектирования должны быть отражены в медико-технических требова­ниях и обоснованы в главах, где проводится анализ биологического объекта. Например, при выполнении темы "Разработка электрокардиографа" предметом разработки и расчета мо­жет стать предварительный усилитель биопотенциалов. При рассмо­трении биообъекта в этом случае следует обосновать чувствитель­ность, входное сопротивление, полосу пропускания предварительного усилителя и т.п.

3. Содержание и объем курсовой работы

Курсовая работа должна состоять из расчетно-пояснительной записки и иллюстративных материалов.

Расчетно-пояснительную записку выполняют с учетом требова­ний, предусмотренных ГОСТ 2.106-96, 2.108-68 и 7.32-2001. Она печатается на компьютере через полтора интерва­ла шрифтом 12 на листах формата А4. Содержание расчетно-пояснительной запис­ки должно отражать все этапы работы над курсовой работой:

а) анализ биологического объекта, его физиологических, анатомических и т.п. свойств в норме и патологии, способов диагностики или лечения патологии;

б) моделирование биотехнической системы с указанием введения возможных обратных связей от биообъекта;

в) анализ существующей аппаратуры для диагностики, лечения и т.п.;

г) медико-технические требования (МТТ) на разрабатываемую аппаратуру;

д) описание работы установки по структурной схеме;

е) расчетную часть;

ж) результаты моделирования;

з) список использованной литературы.

Объем расчетно-пояснительной записки - 30-35 страниц. В ней должны содержаться рисунки, схемы, графики и т.п. в таком объеме, чтобы записка могла быть прочитана независимо от графической ча­сти работы. Список литературы составляют в соответствии с ГОСТ 7.1-2003.

Пример

Тема курсовой работы «Разработка биоуправляемого протеза верхней конечности».

Краткое содержание расчетно-пояснительной записки:

а) описание анатомического строения верхней конечности с пе­речислением мышц, костей, суставов, сухожилий в норме. Особенно­сти анатомического строения усеченной верхней конечности. Спосо­бы восстановления или замещения утраченных функций опорно-двига­тельного аппарата. Анализ сигналов, используемых для управления протезом. Выбор мышц, пригодных для управления протезом. Анализ количества степеней свободы верхней конечности в норме и при пато­логии. Выбор информативного параметра для управления протезом и для осуществления переключений;

б) описание работы биотехнической системы «протез-орган»

по структурной схеме с указанием введения возможных обратных свя­зей к органу. Если разработке подлежит усилитель биопотенциалов, то может быть проведено математическое моделирование процессов, происходящих в биотехнической системе «усилитель-электрод-кожа». При разработке блока переключения можно провести математическое моделирование сигнала ЭМГ и математически обосновать способ выделения информативного параметра, используемого для переключения с последующим его пре­образованием ;

в) краткий анализ существующих конструкций протезов верхних конечностей, их преимущества и недостатки. Сравнительные харак­теристики механических, гидравлических, пневматических и элект­рических приводов протезов. Анализ систем управления протезами спропорциональным управлением, релейным управлением, управлени­ем по моделям-аналогам и т.п., их преимущества и недостатки;

г) цель разработки и ожидаемый медицинский, технический, экономический или социальный эффект при использовании изделия. Назначение изделия. В медицинских требованиях, кроме описатель­ного характера, следует отразить вес протеза, шум, создаваемый протезом, время переключения, входное сопротивление предваритель­ного усилителя биопотенциалов, силу схвата, углы поворота, мате­риалы для изготовления гильзы протеза и т.п. Технические требо­вания должны нести информацию о потребляемой мощности, напряжении питания, контрольно-измерительной аппаратуре, составных частях изделия и т.п. Особое внимание в МТТ должно быть уделено требова­ниям к разрабатываемому узлу или блоку. Форма МТТ должна соответ­ствовать ГОСТ 15.013-94;

д) описание работы протеза по структурной схеме должно быть построено таким образом, чтобы с предельной ясностью раскрыть взаимосвязь отдельных блоков и влияние каждого из них на работу системы управления, не детализируя при этом внутреннего содержа­ния самих блоков. Особое внимание следует уделить вопросам электробезопасности в соответствие с ГОСТ Р 50267.0-92. Структурная схема может быть снабжена времен­ными диаграммами преобразования управляющего и переключающего сигналов в каждом блоке;

е) описание работы системы управления протезом по принципи­альной электрической схеме проводится с указанием функций, выпол­няемых элементами схемы в процессе преобразования сигналов. Осо­бенно подробно следует рассмотреть работу узла или блока, подле­жащего расчету. Непременным условием при выборе узла или блока, подлежащего расчету, является прямая или косвенная связь с био­объектом. Исходные данные для расчета должны быть отражены в МТТ и обоснованы в п.а). При проектировании системы управления проте­зом можно проводить расчет предварительного усилителя, блока пе­реключения с одного движения на другое, управляемого генератора, частота которого меняется в зависимости от силы схвата. В прин­ципе, можно рассчитать и элементы блока питания, но при этом сле­дует обосновать исходя из характеристик биообъекта, какими должны быть коэффициенты стабилизации, пульсации, гармоник и т.п.;

ж) результаты экспериментов по изучению характеристик био­объекта или результаты экспериментов по исследованию параметров разрабатываемого блока.

В рассматриваемом примере экспериментальному изучению могут подлежать биопотенциалы, отводимые от мышц, выбранных для управ­ления протезом, характеристики предварительного усилителя, блока переключения и т.п. Следует отметить, что результаты экспериментов должны быть подвергнуты статистической обработке с указанием средних значений и их разброса.

В иллюстративную часть работы может быть вынесен следующий ма­териал:

–анатомическое строение нормальной верхней конечности с указанием всех элементов опорно-двигательного аппарата, изобразить форму электромиограммы с ука­занием минимальной и максимальной амплитуд, частотного диапазона и длительности пиков ЭМГ, представить в виде таблиц информацион­ные параметры, используемые для управления протезом и осуществле­ния переключений, а также типы серийно выпускаемых протезов и дать их сравнительные характеристики.

–биотехническая система, результаты ее моделирования, а также блок-схема системы управления протезом.

– принципиальная электри­ческую схему системы управления протезом или ее фрагменты таким образом, чтобы получить представления о системе управления в це­лом.

– результаты эксперименталь­ных исследований в виде таблиц и графиков. Построение графиков должно проводиться по точкам с указанием разброса параметра в каж­дой точке.

4. Оформление курсовой работы

Расчетно-пояснительная записка.

Расчетно-пояснительная записка составляется на русском языке. Нумерация формул, рисунков, таблиц и т.п. допускается как сквозная, так и по главам. Соблюдение масштабов в расчетно-пояснительной записке обязательно только при построении графиков. Разделы записки должны быть снабжены заголовками и выделены.

Текст записки выполняется на листах формата А4. В случае ис­пользования большего формата листов они должны быть аккуратно сложены до формата А4. Листы записки обязательно нумеруют. В кон­це расчетно-пояснительной записки подшивают оглавление. Расчет­но-пояснительную записку подписывают автор и руководитель работы.

Принципиальные электрические, функциональные, структурные схемы выполняют в соответствии с требованиями ГОСТ 2.701-84... 2.704-76. При составлении схем используют условные графические изображения, установленные ЕСКД (ГОСТ 2.721-74; ГОСТ 2.723-68; ГОСТ 2.727-68; ГОСТ 2.728-74; ГОСТ 2.747-68; ГОСТ 2.759-82).

Допускается на поле чертежа свободном от схемы располагать основ­ные ее характеристики и параметры, сведенные в таблицы. При на­личии в схеме регулировочных элементов их следует указать в при­мечании. В зависимости от количества элементов в схеме специфи­кация на нее может быть изображена на листе или вынесена в запис­ку.

5. Использование ЭВМ при выполнении курсовой работы

При выдаче задания руководитель проекта должен ориентировать студента на применение ЭВМ при выполнении следующих разделов:

моделирование биотехнической системы;

проведение расчетов усилителей, фильтров и т.д.;

моделирование процесса преобразования информации, аналогичного процессу, происходящему в разрабатываемом блоке, в целях исследо­вания АЧК, ФЧХ, переходных процессов и т.п.;

оптимизация проектируемых узлов и блоков.

Алгоритм проведенных вычислений имеет смысл выносить в иллюстративную часть работы. В расчетно-пояснительной записке должны быть представлены исходные .данные, алго­ритм и программа вычислений, полученные результаты, а также сле­дующие из них выводы.

6. Организация курсовой работы.

Руководство курсовой работой поручают наиболее ква­лифицированным преподавателям факультета. В качестве консультантов по отдельным вопросам могут привлекаться сотрудники факультета, пре­подаватели-совместители, ведущие работники промышленности. При этом методическое руководство их работой возлагается на препода­вателей факультета.

Темы курсовых работ определяют на первой неделе соответ­ствующего семестра. День получения темы фиксирует руководитель в специальном журнале. В случае неявки для получения темы в срок, на второй неделе семестра в деканат подаются сведения осрыве сту­дентом графика выполнения курсовой работы. Вся работа по выполнению курсо­вой работы разбивается на 4 этапа, каждый из которых составляет 25% общего объема работы. Для выполнения каждого этапа студенту отводится 1/4 общего количества недель в семестре. Выполнение курсо­вой работы по МПАСИК проводится в соответствии с графиком (табл.2).

Срок защиты курсовой работы – на зачетной неделе. Ход выполнения курсовой работы регистрируется в журнале, где проводи­лась отметка о получении темы. В обязанности руководителя курсо­вой работы входит занесение соответствующих отметок в вышеука­занный журнал относительно каждого студента.

При выдаче задания руководитель должен дать общие указания о задачах проектирования, методике работы и требованиях к оформ­лению. Кроме того, для каждой конкретной тематики руководителем должен быть определен круг вопросов, подлежащих разработке в записке и иллюстративной части работы, а также частично предложен список литературных источников. Тему, техническое задание на курсовую работу руководитель заносит в специальные бланки. При отсутствии на кафедре таких бланков эти данные указывают по той же форма на рукописном бланке. В течение семестра руководитель курсовой работы проводит консультации для студентов один раз в неделю в соответствии с расписанием.

Таблица 2

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №  этапа | % выпол­нения | Срок окончания эта­па в долях от коли­чества недель в семестре | Содержание работы |
| 1 | 25 | 1/4 | Записка – пп.а) и б), |
| 2 | 50 | 1/2 | Записка – пп.в),г)и д) |
| 3 | 75 | 3/4 | Записка – пп.е) |
| 4 | 100 | 1 | Записка – п. ж) |

На протяжении семестра куратор группы совместно с преподавате­лями кафедры контролирует ход выполнения курсовой работы на специальных смотрах.

7. Защита курсовой работы

Выполненную работу подписывает автор, несущий полную ответ­ственность за его качество, и руководитель работы.

Для приема защиты курсовой работы кафедра формирует комиссию, в состав которой должно входить не менее двух преподавателей ка­федры. Курсовые работы защищают публично в присутствии студен­тов, желающих послушать защиту.

На доклад по курсовой работе студенту отводится 4-5 минут. В процессе доклада студент должен с привлечением иллюстративной ча­сти обосновать актуальность задачи, провести анатомо-физиологический анализ свойств биообъекта, используемых в дальнейшем для составления МТТ, обосновать математическое, физическое или другое моделирование биотехнической системы, а также рассказать о работе блока по структурной и принципиальной электри­ческой схемам.

По окончании доклада студенту могут быть заданы вопросы по анализу биообъекта, целесообразности выбранных схемных решений и т.п. Вопросы и ответы должны быть предельно краткими. Общее время на вопросы и ответы не должно превышать – 20 мин.

Курсовая работа оценивается по четырехбалльной системе с за­писью положительной оценки в зачетную книжку. При оценке работы учитывается правильность и качество пояснительной записки, качество сделанного доклада, использование ЭВМ в расчетной части, правильность и краткость ответов на вопросы. В случае неудовлетворительной оценки по одному из критериев, кур­совая работа может быть оценена неудовлетворительно. Студенты, не представившие в установленный срок курсовую работу к защите или не защитившие его, считаются имеющими академическую задолженность,

В случае неудовлетворительной оценки курсовой работы комиссия может:

- указать на необходимость доработки работы без конкретизации допущенных ошибок и установить срок представления проекта к за­щите после доработки;

- предложить проведение дополнительной проработки отдельных вопросов и установить срок представления проекта к защите после доработки.

Вслучае повторной неудовлетворительной оценки проекта комис­сия вправе сменить тематику работы и назначить срок ее пред­ставления к защите. Повторная защита той же работы на повышенную оценку допус­кается только в том случае, если автор провел ее доработку.

# Литература

1. Электрофизиологическая и фотометрическая медицинская техника: Учебное пособие/ Е.П. Попечителев, Н.А. Кореневский – М.: Высшая школа, 2002. – 470 с.
2. Системы комплексной электромагнитотерапии: Учебное пособие для вузов/ Под ред. А.М. Беркутова, В.И. Жулаева, Г.А. Кураева и др. – М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2000 г. – 376 с.
3. Кореневский Н.А., Попечителев Е.П. Проектирование электронной медицинской аппаратуры для диагностики и лечебных воздействий. Курск - СПБ, 1999.- 537 c.
4. Кардиомониторы. Аппаратура непрерывного контроля ЭКГ /Под ред. Барановского А.Л., Немирко А.П. - М.: Радио и связь, 1993.- 248 с.
5. Электронная аппаратура для стимуляции органов и тканей/ Под ред. Р.И. Утямышева .-М.:Энергоатомиздат, 1983.- 384 с.
6. Шальдах М., Электрокардиотерапия. Технические аспекты электрокардиостимуляции., СПБ.- 1992.
7. Соклоф С. Аналоговые интегральные схемы.-М.:Мир,1988.-583 с.
8. Прянишников В.А. Электроника: Курс лекций. - СПб.: Корона принт, 1998. - 400 с.
9. Медицинская электронная аппаратура для здравоохранения.- М.:Радио и связь, 1981.- 344 с.
10. Бредикис Ю.Ю., Дрогайцев А.Д., Стирбис П.П. Программируемая электростимуляция сердца.- М.:Медицина,1989. -160 с.
11. Лисовский В.А., Елисеев В.А. Слуховые приборы и аппараты.- М.:Радио и связь, 1991.- 192 с.
12. Ливенцев Н.М., Ливенсон А.Р. Электромедицинская аппаратура. М.: Медицина. – 1981. – 335 с.
13. Янушкевичус З.И., Чирейкин Л.В., Праневичус А.А. Дополнительно усиленная электрокардиограмма.- Л.:Медицина,1990 - 192 с.
14. Кнеппо П., Титомир Л.И. Биомагнитные измерения.- Энергоатомиздат, 1989.- 288 с.
15. Физика визуализации изображений в медицине : В двух томах: Пер. с анлийск./ Под ред. С.Уэбба.- М.:Мир, 1991.
16. Полищук В.И., Терехова Л.Г. Техника и методика реографии и реоплетизмографии .- М:Медицина, 1983.- 176с.
17. Ливенсон А.Р. Электробезопасность медицинской техники.-М.:Медицина,1981. -280 с.
18. Жуковский В.Д. Медицинские электронные системы. -М.:Медицина, 1976. - 312с.
19. Мишин А.Т., Логинов А.С. Инфранизкочастотные усилители бионапряжений с гальваническим разделением входа и выхода.-М.-Энергоиздат, 1983. - 81 с.
20. Белов А.Ф., Леонов А.Ф. Схемотехника изотопных кардиостимуляторов.-М.: Энергоатомиздат, 1987.- 232 с.
21. Фолкенберри Л. Применения операционных усилителей и линейных ИС.-М.:Мир, 1985.- 572 с.
22. Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники: В двух томах.-М.:Мир, 1983 -Т.1. 598 с.
23. Алексенко А.Г., Коломбет Е.А., Стародуб Г.И. Применение прецизионных аналоговых ИС. -М.:Радио и связь, 1985.-224 с.
24. Гальперин М.В. Практическая схемотехника в промышленной автоматике. - М.:Энергоатомиздат, 1987. - 320 с.
25. Буго Н.Н., Фалько А.И., Чистяков Н.И. Радиоприемные устройства:Учебник для вузов.- М.:Радио и связь, 1986.- 320 с.
26. Арсланов М.З., Рябков В.Ф. Радиоприемные устройства: Учебник для вузов.-М.:Советское радио, 1972. - 392 с.
27. Пейтон А. Дж., Волш В. Аналоговая электроника на операционных усилителях - М.: БИНОМ, 1994. - 352 с.
28. Карпухин В.А. Биотехнические особенности проектирования усилителей электрофизиологических сигналов. М.: МГТУ, 1994. – 16 с.
29. Карпухин В.А. Исследование передаточных функций активных фильтров второго порядка. М.: МГТУ, 1993 – 32 с.
30. Карпухин В.А. Радиоэлектронные устройства медицинского назначения. Часть 1. Электроэнцефалографы: Учебное пособие по дисциплине "СМРЭА". М.: МГТУ, 1999 г. – 24 с.
31. Николаев Г.А., Лощилов В.И. Ультразвуковая технология в хирургии. – М.: Медицина, I980. – 272 с.
32. Духин С.С., Дерягин Б.В. Электрофорез. – М.: Наука, 1976.– 316 с.
33. Техника и методики физиотерапевтических процедур /Под ред. В.М.Богомолова. – М.:Медицина, 1963. – 352 с.
34. Бредикис Ю.Ю. Очерки клинической электроники. – М.: Меди­цина, 1974. – 264 с.
35. Лакомкин А..И., Мягков И.Ф. Электрофизиология. – М.: Высшая школа, 1977. – 305 с.
36. Биотехнические системы. Теория и проектирование: Учеб. по­собие / Ахутин В.М., Немирко А.П., Першин Н.Н. и др.; Под ред. В.М.Ахутина, – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1981. – 220 с.
37. Ливенсон А.Р. Электробезопасность медицинской техники. – М.: Медицина, 1981. – 279 с.
38. Мошиц Г., Хорн П. Проектирование активных фильтров. – М.: Мир, 1984. – 320 с.
39. Ультразвук. Маленькая энциклопедия / Под ред. И.П. Голяминой. – М.; Советская энциклопедия, 1979. – 504 с.
40. Усилительные устройства. Сборник задач и упражнений: Учеб. пособие для вузов /А.Г.Алексеев, Г.В.ВоЙшвилло, й.А.Трискало; Под ред. Г.В.Войшвилло. – М.:Радио и связь, 1986. – 176 с.
41. Микрокомпьютерные медицинские системы: Проектирование и применение / Г. Фурно, Д. Дас, Г. Спренгор и др.; Под ред. У. Томпкинса и Дж. Уэбстера. – М.: Мир, 1983. – 544 с.
42. Конструкции протезно-ортопедических изделий: Учеб. пособие для техникумов / Кужекин А.П., Морвйнис И.Ш., Якобсон Я.С. и др.; Под ред. А.П. Кужекина. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 239 с.
43. Славуцкий Я.Л. Физиологические аспекты биоэлектрического управления протезами. – М.: Медицина, 1982. – 288 с.