

Министерство образования и науки РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(ФГБОУ ВО "АмГУ")

МЕДИЦИНСКАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

сборник учебно-методических материалов

для направления подготовки 03.03.02- Физика

Благовещенск, 2017 г.

Составитель: Ульянычева В.Ф.

Медицинская электроника: сборник учебно-методических материалов
для направления подготовки 03.03.02.- Благовещенск: Амурский гос. ун-т,
2017

*Амурский государственный университет, 2017
Кафедра физики, 2017
Ульянычева В.Ф., составитель*

ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина "Медицинская электроника" является одной из дисциплин по выбору вариативной части учебного плана программы подготовки бакалавриата по направлению подготовки 03.03.02-Физика.

Приступая к изучению неизвестного биологического объекта или явления, исследователь стремится получить наиболее полную и достоверную информацию. Для этого ему приходится использовать различные методы и способы получения информации об объекте. Эффективность получения этой информации зависит от знания экспериментатором методов исследований и умения их применить в соответствии с поставленной задачей.

Предмет изучаемой дисциплины – совокупность аппаратных методов исследований, позволяющих с возможно большей объективностью определить состояние биологической системы.

Состояние биологической системы описывается комплексом медико-биологических показателей, т.е. группами физических, биохимических, психологических параметров, определяемых в процессе исследований.

Метод исследования – это способ получения целевой информации, основанный на качественной или количественной связи свойства биосистемы с измеряемым параметром, характеризующим это свойство. Для реализации метода исследования необходимо выполнение следующих условий:

- количественное или качественное описание связи свойства биосистемы (медико-биологического показателя) с измеряемым физическим параметром;
- алгоритм проведения измерения;
- наличие технических средств проведения исследования;
- наличие алгоритма и средств обработки полученной информации.

В зависимости от конкретного метода исследования некоторые из перечисленных условий могут занимать основополагающее значение, а некоторые – вовсе отсутствовать.

Большинство методов диагностики и исследований основаны на применении физических принципов и идей. Поэтому при изучении данной дисциплины в рамках программы подготовки бакалавриата по направлению 03.03.02-Физика предполагается такая последовательность рассмотрения сущности метода: используемое физическое явление или процесс; измеряемый физический параметр; биологические процессы, характеризующиеся этим параметром; медицинская значимость метода; количественные или качественные соотношения для примеров диагностики, нашедших широкое

применение в клинической практике. Реализация метода исследования представляет собой биотехническую систему (аппарат) – совокупность биологических и технических элементов, выполняющих единую целевую функцию определения медико-биологических параметров. Для успешного освоения данной дисциплины студентам необходимы знания и умения, приобретенные в результате освоения дисциплин модуля «Общая физика», а также высокий уровень математической подготовки, обеспечиваемый изучением дисциплин модуля «Математика»: «Математический анализ», «Линейная алгебра», «Векторный и тензорный анализ», «Дифференциальные уравнения», «Интегральные уравнения и вариационное исчисление»).

Изучение дисциплины "Медицинская электроника" предусматривает, в соответствии с учебным планом, лекции, практические занятия, самостоятельную работу студентов. Текущий контроль освоения дисциплины осуществляется выполнением, конспектов, сдачей коллоквиума, тестов, контрольных работ. Изучение дисциплины завершается зачетом.

Самостоятельная работа студентов рассматривается как высшая форма учебной деятельности, которая носит интегральный характер и является формой самообразования. Самостоятельная работа выполняется под методическим руководством и контролем преподавателя.

Основными целями самостоятельной работы являются: развитие познавательных способностей личности; развитие самостоятельности, ответственности, организованности, инициативы; развитие самостоятельного мышления и исследовательских умений. В процессе работы происходит закрепление и систематизация знаний, углубление теоретических знаний, развитие умений работать с различными источниками информации и как результат – освоения основных компетенций.

1. ОРГАНИЗАЦИЯ ЛЕКЦИОННЫХ ЗАНЯТИЙ

1.1 Общие рекомендации по организации работы на лекции

В высшем учебном заведении лекция является важной формой учебного процесса и представляет собой в основном устное систематическое и последовательное изложение материала по какой-либо проблеме, методу, теме вопроса и т. д.

Основные функций, которые осуществляет вузовская лекция – это информативная, ориентирующая и стимулирующая, методологическая, развивающая и воспитывающая, поскольку на лекции студенты получают глубокие и разносторонние знания, развивают свои творческие способности.

Лекции могут быть вводными, обзорными, тематическими (лекции по изучению нового материала), итоговыми.

Вводные лекции подготавливают студента к восприятию данной дисциплины (физики) или ее раздела. На вводной лекции излагаются цели и задачи дисциплины, ее актуальность, практическая значимость, методы научного исследования и т.д. для того, чтобы дать целостное представление о дисциплине и вызывать интерес к предмету.

Тематические лекции посвящены глубоко осмысленному и методически подготовленному систематическому изложению содержания курса (дисциплины).

Итоговая лекция содержит основные идеи и выводы по курсу физики, выводы о достижении поставленных учебных целей.

На обзорных лекциях рассматриваются наиболее сложные, проблемные вопросы курса или новейшие достижения медицинской физики в данной области, что позволит установить взаимосвязь учебного материала с производством и новейшими научными достижениями.

Подготовка к самостоятельной работе над лекционным материалом должна начинаться на самой лекции. На лекции студент должен совместить два момента: внимательно слушать лектора, прикладывая максимум усилий для понимания излагаемого материала и одновременно вести его осмысленную запись. И как бы внимательно студент не слушал лекцию, большая часть информации вскоре после восприятия будет забыта. Поэтому при изучении дисциплины студентам рекомендуется составлять подробный конспект лекций, так как это обеспечивает полноценную систематизацию и структурирование материала, подлежащего изучению. Конспект лекций должен отражать специфику данного курса, которая состоит в обобщении физической теории, рассматривающей процессы обмена энергией в макроскопических системах, на случай сложных, полифункциональных систем.

Очень важным является умение правильно конспектировать лекционный материал и работать с ним. Ниже приведены *рекомендации по конспектированию лекций и дальнейшей работе с записями*.

1. Конспект лекций должен быть в отдельной тетради. Ее нужно сделать удобной, практичной и полезной, ведь именно она является основным информативным источником при подготовке к различным отчетным занятиям, зачетам, экзаменам. Возможно ее сочетание с записями по практическим занятиям, иллюстрирующим применение теоретических законов и соотношений в решении практических задач.

2. Конспект должен легко восприниматься зрительно (чтобы максимально использовать «зрительную» память), поэтому он должен быть аккуратным. Выделяйте заголовки, отделите один вопрос от другого, соблюдайте абзацы, подчеркните термины.

3. При прослушивании лекции обращайтесь внимание на интонацию лектора и вводные слова «таким образом», «итак», «необходимо отметить» и

т.п., которыми он акцентирует наиболее важные моменты. Не забывайте пометать это при конспектировании.

4. Не пытайтесь записывать каждое слово лектора, иначе потеряете основную нить изложения и начнете писать автоматически, не вникая в смысл. Не нужно просить лектора несколько раз повторять одну и ту же фразу для того, чтобы успеть записать. Лекция не должна превращаться в своеобразный урок-диктант. Техника прочтения лекций преподавателем такова, что он повторяет свою мысль два-три раза. Постарайтесь вначале понять ее, а затем записать, используя сокращения.

Конспектируйте только самое важное в рассматриваемом параграфе: формулировки определений и законов, выводы основных уравнений и формул, то, что старается выделить лектор, на чем акцентирует внимание студентов.

Старайтесь отфильтровывать и сжимать подаваемый материал. Научитесь в процессе лекции разбивать текст на смысловые части и заменять их содержание короткими фразами и формулировками. Более подробно записывайте основную информацию и кратко – дополнительную.

5. По возможности записи ведите своими словами, своими формулировками. Используйте общепринятую в данном разделе физики аббревиатуру и систему сокращений. Придумайте собственную систему сокращений, аббревиатур и символов, удобную только вам (но не забудьте сделать словарь, иначе существует угроза не расшифровать текст). Однако при дальнейшей работе с конспектом символы лучше заменить обычными словами для быстрого зрительного восприятия текста.

6. Конспектируя лекцию, надо оставлять поля, на которых позднее, при самостоятельной работе с конспектом, можно сделать дополнительные записи, отметить непонятные места. Полезно после каждой лекции оставлять одну страницу свободной, она потребуется при самостоятельной подготовке. Сюда можно будет занести дополнительную информацию по данной теме, полученную из других источников: чертежи, графики, схемы, и т.п.

7. После прослушивания лекции необходимо проработать и осмыслить полученный материал. Насколько эффективно студент это сделает, зависит и прочность усвоения знаний, и, соответственно, качество восприятия предстоящей лекции, так как он более целенаправленно будет её слушать. В процессе изучения лекционного материала рекомендуется использовать опорные конспекты, учебники и учебные пособия.

1.2 Краткое содержание курса лекций

КРАТКИЙ КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

1. СИСТЕМНЫЕ АСПЕКТЫ ПРОВЕДЕНИЯ МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

В этот раздел включены наиболее общие вопросы и подходы, присущие всем методам исследований в их проекции на биологические объекты.

1.1. Особенности биологических систем как объектов исследования

Использование понятия «биологическая система» наиболее удобно при рассмотрении самых общих подходов исследования живых организмов. Выделяют три основных этапа системного анализа:

- изучение степени организованности биологического объекта, т.е. получение морфологического описания (структура, элементный состав);
- изучение законов его функционирования в условиях реального существования, т.е. получение функционального и информационного описаний;
- изучение пути развития биологического объекта, т.е. получение генетико-прогностического описания.

Живые организмы обладают рядом особенностей, затрудняющих получение указанных описаний. Приведем наиболее важные из них:

1. Любая биологическая система необычайно сложна, имеет много подсистем с подвижными связями и функциями, которые в большинстве случаев описаны лишь качественно.
2. При изучении биологической системы приходится учитывать непрерывно изменяющийся комплекс факторов, что значительно искажает результаты исследований.
3. Состояние биологической системы описывается набором физиологических процессов с большим количеством разнородных медико-биологических показателей, число которых окончательно не установлено.
4. Получение многих математических зависимостей, характеризующих временно-пространственное состояние биосистемы, затруднено из-за отсутствия адекватного математического аппарата.
5. Для биосистем характерна качественная неоднородность составляющих подсистем с разными характерными временами протекания и управляющими сигналами (химическими, физическими, информационными). Временная шкала физиологических процессов человека отражена в табл.1.1.

Таблица 1.1

Гомеостатические механизмы	Процессы адаптации	Генетические эффекты
Нервные факторы - 0,3 с Химический обмен – 3 с Нейрогуморальные факторы - 3 мин Гормональные факторы - 7 мин	10 – 30 дней	Жизненные процессы – 15 лет Процессы деградации – 70 лет

6. Большое число параметров, определяющих состояние биосистемы, дает лишь вероятностную оценку того или иного состояния.
7. Неоднозначность реакции биосистемы на одно и то же воздействие.
8. Рефлекторное влияние различных патологических явлений на высшие уровни биосистемы, что приводит к искажению интерпретации полученных результатов.
9. Индивидуальный разброс и изменчивость медико-биологических показателей.
10. Исследование биологических систем целесообразно проводить в условиях их реального существования.
11. Измерение параметров биологических систем практически невозможно без нарушения их целостности.
12. Сложность измерений связана со сравнительно малыми абсолютными значениями измеряемых величин при больших уровнях шумов как из-за работы других подсистем (внутренние шумы), так и по причине тех, что наводятся из внешней среды (внешние шумы). Спектры измеряемых сигналов, характеризующих физиологические процессы, лежат в области инфра низких (начиная от тысячных долей герц) и звуковых частот.

Перечисленные выше особенности биологических систем как объектов исследования могут быть преодолены, если в качестве методологической основы исследований взять гомеостаз биологических систем, т.е. способность системы обеспечивать стабильность структуры, элементного состава, выполняемых функций, поддержания характеристических параметров в жизненно важных пределах вне зависимости от изменения условий внешней среды. Гомеостаз живых организмов поддерживается механизмами само регуляции.

Таким образом, с позиций системного анализа живой организм – это совокупность взаимосвязанных, взаимодействующих, взаимовлияющих функциональных систем гомеостатического типа, который можно описать комплексом статистически стабильных медико-биологических показателей. Примеры таких показателей для человеческого организма – температура внутренних органов, частота сердечных сокращений, частота дыхания, давление крови, концентрация сахара в крови и т. д.

Диагностическим признаком патологий является отклонение показателей от среднестатистических величин, принятых для исследуемого объекта.

1.2. Структура методов медико-биологических исследований

Существует несколько классификаций методов исследований: по виду живого организма, типу функциональных систем или органов, виду заболевания, типу диагностической аппаратуры. В данном курсе принята классификация, основанная на различии способов получения информации о биообъекте, как наиболее полно отражающая специфику медицинской направленности и возможных технических решений.

Методы физиологических исследований основаны на проявлениях и свойствах жизнедеятельности биологических систем. К ним относят исследования: механических проявлений (механокардиография, сфигмография, аускультация и т. д.); электропроводности биоструктур (реография, электропунктурная диагностика и т. д.); электрической и магнитной активности организмов (электрография, магнитография и т. д.); оптических свойств (оптическая плетизмография, медицинская фотография, диафанология и т. д.); процессов теплопродукции и теплообмена (термометрия, биокалориметрия и т. д.).

Активные методы исследований предполагают предварительное внешнее воздействие на биологическую систему в целях проявления ее свойств. К этой группе относят методы, основанные на воздействии внешних физических полей (рентгеновская и гамма-интроскопия, ультразвуковая эхография, ядерная магниторезонансная томография и т. д.), применении фармакологических препаратов (ангиография, радиоизотопные методы и т. д.), а также функциональные методы (психофизические тесты, комплексная оценка состояния организма и т. д.).

Аналитические методы исследований предполагают вычисление количественных параметров, характеризующих биосистему, концентраций компонентов, в том числе и на основе биологических проб. К этим методам принадлежат все виды лабораторных медицинских исследований и анализов (седиментация, поляриметрия, вискозиметрия и т. д.).

Некоторые реальные методы исследований содержат признаки нескольких групп классификации и могут быть отнесены к одной из них по преобладанию того или иного признака.

1.3. Технологические циклы медико-биологических экспериментов

Проведение исследований предполагает определенную последовательность действий экспериментатора. Эти действия получили название технологических операций.

Любое исследование включает в себя операции четырех основных видов: I – вспомогательные операции по подготовке оборудования; II – приведение анализатора, преобразователя, датчика в контакт с объектом или его ориентация на объект; III – измерение какой-либо физической величины, связанной с определенным свойством или характеристикой объекта; IV – сбор и обработка результатов измерений. Помимо перечисленных основных операций, особенно при проведении аналитических исследований, используют и дополнительные процедуры: V – отбор, хранение и доставка к анализатору пробы; VI – мерные операции с жидкостями, твердыми реагентами; VII – модификация, или трансформация.

Операцию VII можно условно разделить по трем видам воздействия на объект:

- физический (нагревание, охлаждение, облучение, перемешивание, центрифугирование, фильтрование и т. д.);

- физико-химический (разделение компонентов жидких смесей, разбавление, флотация, экстрагирование, перегонка и т. д.);
- химический (инициирование химических трансформаций добавлением различных веществ).

Фактически все многообразие структурных схем лабораторных исследований складывается из перечисленных выше видов технологических операций. Последовательность выполнения операций называется технологическим циклом.

Примеры технологических циклов: без модификации:

I – II – III – IV, I – V – II – III – IV, I – V – VI – II – III – IV;

с модификацией:

I – II – VII – III – IV, I – VII – II – III – IV, I – V – VII – II – III – IV.

1.4. Измерения в медико-биологической практике

Определение параметров, характеризующих свойство биологической системы, производится посредством измерений. Для того, чтобы произвести измерение и зафиксировать полученную информацию, необходимо иметь некоторую совокупность устройств, которые называют обобщенным термином “медицинская техника” (рис. 1.1). Большая часть медицинской техники относится к медицинской аппаратуре, которая, в свою очередь, подразделяется на медицинские приборы и медицинские аппараты.

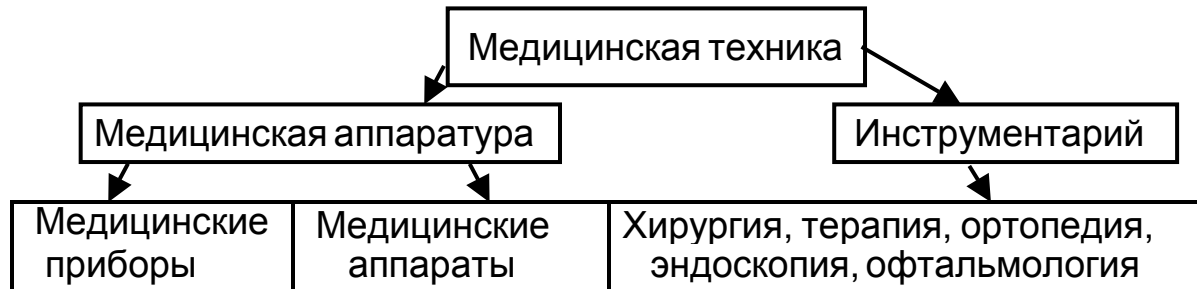


Рис. 1.1. Структура медицинской техники

Медицинским прибором принято считать техническое устройство, предназначенное для диагностических или лечебных измерений (медицинский термометр, сфигмоманометр, электрокардиограф и т. д.).

Медицинский аппарат – техническое устройство, позволяющее создавать энергетическое воздействие терапевтического, хирургического или бактерицидного свойства, а также обеспечивать в медицинских целях определенный состав различных субстанций (аппараты УВЧ-терапии, электрохирургии, искусственной почки и т. д.).

Таким образом, в процессе медико-биологических исследований функцию технических средств выполняют медицинские приборы, хотя для проведения измерений могут быть задействованы как вспомогательные другие средства

медицинской техники (например, хирургический инструмент для вживления электродов, взятия биопроб, введения фармпрепаратов и т. д.).

1.4.1. Обобщенная схема измерительного канала для медико-биологических исследований

Практически все функциональные схемы медицинских приборов можно свести к некоторой общей измерительной схеме (рис.1.2).

Эта схема является общей и отражает всевозможные реальные системы, применяемые в медицине для диагностики и исследования.

Первый элемент этой схемы – устройство съема, которое непосредственно контактирует или взаимодействует с самой биосистемой и преобразует информацию медико-биологического и физиологического содержания в сигнал электронного (реже – пневматического) устройства. В медицинской электронике используют два вида устройств съема: электроды и датчики.

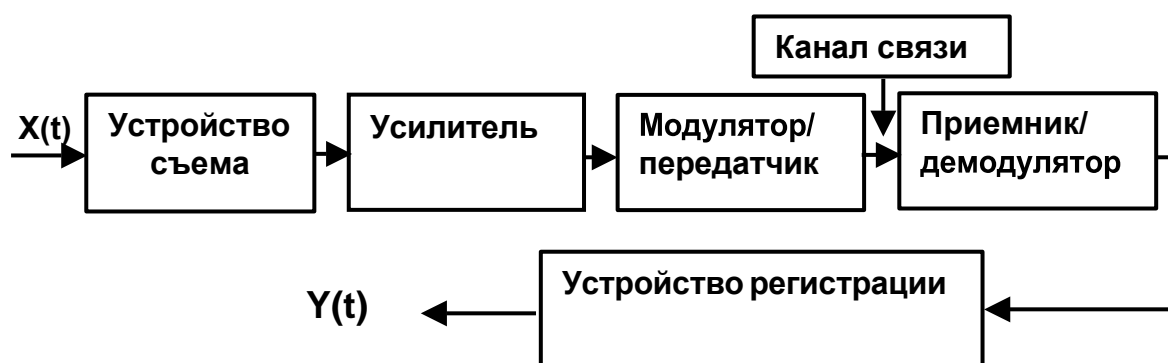


Рис. 1.2. Структурная схема измерительного канала

Остальные элементы структурной схемы находятся обычно обособленно от медико-биологической системы. В некоторых случаях блоки измерительной системы могут быть удалены на значительное расстояние от объекта измерений, тогда такие измерения относят к биотелеметрии. Связь между устройством съема и измерительной частью при этом осуществляется по проводам или с помощью радиоволн (радиотелеметрия). Последний вариант используют в авиационной, космической, спортивной медицине, различных видах эндорадиозондирования.

Завершающим элементом измерительной цепи является устройство регистрации, которое отображает или фиксирует информацию о биологической системе в форме, доступной для непосредственного восприятия исследователем.

В структурной схеме $X(t)$ означает некоторый физический параметр, воздействующий на устройство съема, а $Y(t)$ – медико-биологический показатель биологической системы. Как уже говорилось выше, для эффективного анализа информации должна быть известна зависимость $Y = f(X)$.

1.4.2. Электроды для съема биоэлектрического сигнала

Электроды – это проводники специальной формы, соединяющие измерительную цепь с биологической системой.

При диагностике электроды используются не только для съема электрического сигнала, но и для подведения внешнего электромагнитного воздействия, например в реографии.

К электродам предъявляются определенные требования: они должны быстро фиксироваться и сниматься, иметь высокую стабильность электрических параметров, быть прочными, не создавать помех, не раздражать биологическую ткань и т. п.

Важная физическая проблема, относящаяся к электродам для съема биоэлектрического сигнала, заключается в минимизации потерь полезной информации, особенно на переходном сопротивлении электрод – кожа. Эквивалентная электрическая схема контура, включающего в себя биологическую систему и электроды, изображена на рис. 1.3.

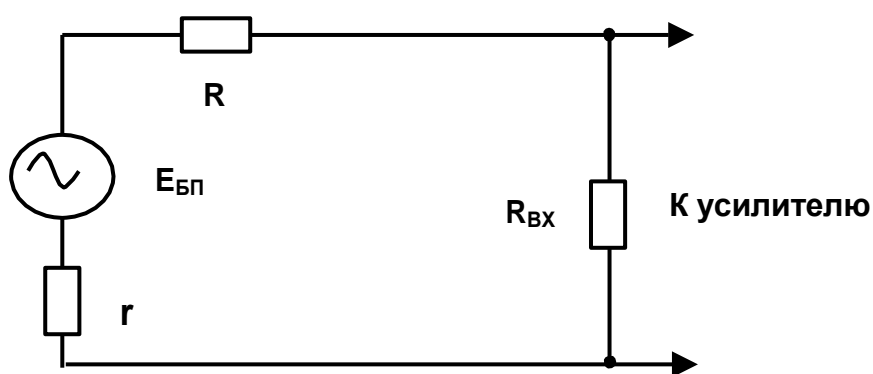


Рис. 1.3. Эквивалентная схема съема электробиопотенциалов

Из закона Ома следует, что

$$E_{\text{БП}} = I r + I R + I R_{\text{ВХ}} = I R_i + I R_{\text{ВХ}} \quad (R_i = r + R),$$

где $E_{\text{БП}}$ – ЭДС источника биопотенциалов; r – сопротивление внутренних тканей биологической системы; R – сопротивление кожи и электродов, контактирующих с ней; $R_{\text{ВХ}}$ – входное сопротивление усилителя биопотенциалов.

Можно условно назвать падение напряжения на входе усилителя «полезным», так как усилитель увеличивает именно эту часть ЭДС источника. Падение напряжения $I r$ и $I R$ внутри биологической системы и на системе электрод – кожа в этом смысле «бесполезно». Так как $E_{\text{БП}}$ задана, а повлиять на уменьшение $I r$ невозможно, то увеличить долю компоненты $I R_{\text{ВХ}}$ можно лишь уменьшением R , и прежде всего – сопротивления контакта электрод – кожа.

Для уменьшения переходного сопротивления электрод – кожа стараются увеличить проводимость среды между электродом и кожей, поэтому

используют марлевые салфетки, смоченные физиологическим раствором, или электропроводящие пасты. Можно уменьшить это сопротивление, увеличив площадь контакта электрод – кожа, т. е. увеличив размер электрода, но при этом электрод захватывает несколько эквипотенциальных поверхностей и истинная картина электрического поля будет искажена.

По назначению электроды для съёма биоэлектрического сигнала подразделяют на следующие группы:

- 1) для кратковременного применения в кабинетах функциональной диагностики, например, для разового снятия электрокардиограммы;
- 2) для длительного использования, например, при постоянном наблюдении за тяжелобольными в условиях палат интенсивной терапии;
- 3) для применения на подвижных обследуемых, например, в спортивной или космической медицине;
- 4) для экстренного использования, например, в условиях скорой помощи.

При пользовании электродами в электрофизиологических исследованиях возникают две специфические проблемы. Одна из них – возникновение гальванической ЭДС при контакте электродов с биологической тканью, другая – электролитическая поляризация электродов, что проявляется выделением на электродах продуктов реакций при прохождении тока, в результате чего возникает встречная по отношению к основной ЭДС.

В обоих случаях возникающие ЭДС искажают снимаемый электродами полезный биоэлектрический сигнал. Существуют способы, позволяющие снизить или устранить подобные влияния, однако эти приёмы относятся к электрохимии.

1.4.3. Датчики медико-биологической информации

Многие медико-биологические характеристики нельзя «снять» электродами, так как они не отражаются биоэлектрическими сигналами (давление крови, температура, звуки сердца и многое другое).

Датчиком называют устройство, преобразующее измеряемую или контролируемую величину в сигнал, удобный для передачи и дальнейшего преобразования или регистрации. Датчик, к которому подведена измеряемая величина, т. е. первый в измерительной цепи, называется *первичным*.

В рамках медицинской электроники рассматриваются только такие датчики, которые преобразуют измеряемую или контролируемую неэлектрическую величину в электрический сигнал.

Использование электрического сигнала предпочтительнее, чем иных сигналов, так как электронные устройства позволяют сравнительно несложно усиливать его, передавать на расстояние и регистрировать.

Датчики подразделяются на *генераторные* и *параметрические*. *Генераторные* – это датчики, которые под воздействием измеряемого сигнала непосредственно генерируют напряжение или ток. Укажем некоторые типы этих датчиков и явления, на которых они основаны:

- 1) пьезоэлектрические, пьезоэлектрический эффект;
- 2) термоэлектрические, термоэлектрический эффект;
- 3) индукционные, электромагнитная индукция;
- 4) фотоэлектрические, фотоэффект.

Параметрические – это датчики, в которых под воздействием измеряемого сигнала изменяется какой-либо параметр. Укажем некоторые типы этих датчиков и измеряемый с их помощью параметр:

- 1) ёмкостные, ёмкость;
- 2) реостатные, омическое сопротивление;
- 3) индуктивные, индуктивность или взаимная индуктивность. В зависимости от энергии, являющейся носителем информации,

различают механические, акустические (звуковые), температурные, электрические, оптические и другие датчики.

В некоторых случаях датчики называют по измеряемой величине, например: датчик давления, тензометрический датчик (тензодатчик) – для измерения перемещения или деформации и т. д.

Возможные медико-биологические применения указанных типов датчиков приведены в табл. 1.2.

Таблица 1.2

Датчик	Механический	Акустический	Оптический	Температурный
Пьезоэлектрический	АД	ФКГ	_____	_____
Термоэлектрический	_____	_____	_____	Т
Индукционный	БКГ	ФКГ	_____	_____
Фотоэлектрический	_____	_____	ОГГ	_____
Ёмкостный	ФКГ	_____	_____	_____
Реостатный	АД, БКГ	_____	_____	Т
Индуктивный	ДЖ	_____	_____	_____

Примечание. АД – артериальное давление крови, БКГ – баллистокардио-грамма, ФКГ – фонокардиограмма, ОГГ – оксигемометрия, Т – температура, ДЖ – давление в желудочно-кишечном тракте.

Датчик характеризуется *функцией преобразования* – функциональной зависимостью выходной величины y от входной x , которая описывается аналитическим выражением $y = f(x)$ или графиком.

Чувствительность датчика показывает, в какой мере выходная величина реагирует на изменение входной: $Z = \Delta y / \Delta x$.

Она в зависимости от вида датчика выражается в *омах на миллиметр* (Ом/мм), в *милливольтах на кельвин* (мВ/К) и т. д.

Чувствительность последовательной совокупности датчиков равна произведению чувствительности всех датчиков.

Существенны временные характеристики датчиков. Дело в том, что физические процессы в датчиках не происходят мгновенно, это приводит к запаздыванию изменения выходной величины по сравнению с изменением входной. Аналитически такая особенность приводит к зависимости чувствительности датчика от скорости изменения входной величины dx/dt или от частоты при изменении x по гармоническому закону.

При работе с датчиками следует учитывать возможные специфические для них погрешности. Причинами погрешностей могут быть:

- 1) температурная зависимость функции преобразования;
- 2) гистерезис – запаздывание y от x даже при медленном изменении входной величины, происходящее в результате необратимых процессов в датчике;
- 3) непостоянство функции преобразования по времени;
- 4) обратное воздействие датчика на биологическую систему, приводящее к изменению показаний;
- 5) инерционность датчика (пренебрежение его временными характеристиками) и др.

Конструкции датчиков, используемых в медицине, весьма разнообразны: от простейших (типа термопары) до сложных доплеровских датчиков.

В заключение отметим, что датчики являются техническими аналогами рецепторов биологических систем.

1.4.4. Классификация методов измерений

Большинство измерений в медицине являются измерениями физических или физико-химических величин. Поэтому всевозможные медико-биологические измерения могут быть классифицированы по принадлежности к соответствующему разделу физики.

Механические измерения: антропологические параметры тела; перемещения, скорость и ускорение частей тела, крови, воздуха; акустические измерения; давление крови, биожидкостей в организме; измерения вибраций и шума и т.д.

Теплофизические измерения: температура органов, частей тела и окружающей среды; калориметрические измерения; исследования теплопроводности и теплообмена биологических объектов и т. д.

Электрические и магнитные измерения: исследования электрических биопотенциалов; измерения биомагнитных полей; регистрация излучения электромагнитных полей биосистемами; измерение импеданса биосред и т. д.

Оптические измерения: колориметрические измерения; спектральные исследования; фотометрия; поляриметрия и т. д.

Атомные и ядерные измерения: дозиметрия; измерения интенсивности ионизирующих излучений биосред; исследования спектров ЭПР и ЯМР и т. д.

Физико-химические измерения: определение компонентного состава биосред; исследование количественного состава вдыхаемого и выдыхаемого воздуха; рН крови и других биологических жидкостей и т. д.

По степени взаимодействия средства измерений с объектом различают контактные (электрометрия, ультразвуковая эхолокация и т. д.) и бесконтактные (тепловидение, емкостная и оптическая плетизмографии и т. д.) измерения.

По влиянию на целостность исследуемого объекта методы измерения бывают разрушающими (прямые методы определения давления крови, других биожидкостей, биопсия и т. д.) и неразрушающими (аускультация, баллистокордиография и т. д.).

По способу получения результата различают прямые, косвенные и совместные измерения.

Прямыми называют измерения, при которых искомое значение величины находят непосредственно из опытных данных (измерение температуры, давления и т. д.).

Косвенными называют измерения, при которых искомое значение биологического параметра находят на основании известной зависимости между этой величиной и величинами, определяемыми прямыми измерениями (рентгеновская, ЯМР, ультразвуковая томографии, измерение площади, объема, мощности и т. д.).

Совместными называют производимые одновременно измерения двух или нескольких величин для нахождения зависимости между ними (давление в сосудах и скорость кровотока, скорость ультразвука в биосреде и ее плотность и т. д.).

По способу сравнения с мерой (мера – это средство измерения, обеспечивающее воспроизведение и хранение единицы измерения) выделяют следующие методы измерений:

- метод противопоставления, при котором измеряемая величина и величина, воспроизводимая мерой, одновременно воздействуют на устройство сравнения (по принципу «больше – меньше»);
- дифференциальный метод, в котором прибор показывает разность между измеряемой величиной и известной величиной, воспроизводимой мерой;

- нулевой метод – метод сравнения измеряемой величины с мерой, при котором результирующий эффект воздействия величины на индикатор равновесия доводится до нуля (используется набор мер);
- метод замещения, в котором измеряемая величина замещается известной величиной, воспроизводимой мерой;
- метод совпадений, при котором разность между измеряемой величиной и величиной, воспроизводимой мерой, измеряют, используя совпадение отметок шкал или периодических сигналов.

В зависимости от характера изменения измеряемой величины во времени различают статические и динамические измерения.

Приведенная классификация помогает точнее определить инженерные задачи, возникающие в процессе проведения медико- биологических исследований. К таким задачам можно отнести выбор устройства съема, измерительной аппаратуры, устройств представления конечной информации, а также их точностных и метрологических характеристик.

1.4.5. Погрешности измерений

Применяя даже самую совершенную измерительную систему, результат измерения будет получен лишь с некоторой точностью. Это обусловлено наличием погрешностей, т.е. отличием истинного значения величины от измеренного.

По причине возникновения погрешности измерений разделяют на три основные группы: методические, инструментальные и погрешности взаимодействия.

Методические погрешности обусловлены неадекватностью применяемых моделей реальным объектам, несовершенством методов измерений, упрощением зависимостей, положенных в основу измерений, неопределенностью состояния объекта исследования.

Инструментальные погрешности вызваны погрешностями применяемых средств измерений. Инструментальная погрешность данного устройства измерений определяется при его испытании и указывается в технической документации (паспорт, свидетельство о поверке).

Погрешности взаимодействия обусловлены взаимным влиянием средства измерений, объекта исследования и экспериментатора. Некоторые параметры, обуславливающие погрешности взаимодействия, входят в состав метрологических характеристик средств измерений. Такими параметрами могут быть: потребляемая мощность, входное сопротивление, сопротивление изоляции, контактное давление, масса датчика и т. п. Зная эти параметры, можно дать оценку погрешности взаимодействия и скорректировать полученные результаты измерений.

По устойчивости появления погрешности принято делить на систематические и случайные. Большинство систематических погрешностей может быть выявлено и оценено путем теоретического анализа свойств объекта исследования, условий измерений, особенностей метода, характеристик применяемых средств измерений. Систематические погрешности разделяют на постоянные, периодические и прогрессирующие.

К постоянным относят погрешности, связанные с градуировкой шкалы прибора, отклонением образцовой меры, неточным описанием модели объекта. Периодические погрешности изменяются по периодическому закону (например, влияние изменения температуры, влажности, освещенности в течение суток). Прогрессирующие погрешности монотонно изменяются, как правило, по случайному закону, обусловлены старением элементов средств измерений и могут быть скорректированы при периодической проверке технических средств.

Случайные погрешности нельзя заранее выявить и устранить в процессе измерения. Их влияние можно уменьшить путем проведения измерений с многократными повторами и последующей обработкой результатов измерений.

Сходимость измерений – качество измерений, отражающее близость друг к другу результатов измерений, выполненных в одинаковых условиях. Сходимость тем лучше, чем меньше случайные погрешности.

1.4.6. Вопросы метрологического обеспечения

Метрологические требования к медицинским приборам как к измерительным устройствам достаточно очевидны, т.е. они должны обеспечивать одинаковость результатов тождественных измерений независимо от времени и места их проведения. Для определения пригодности того или иного прибора или устройства к использованию проводится метрологическая поверка. Метрологическую поверку приборов осуществляют путем сравнения результатов измерений с показаниями образцовых приборов или метрологических эталонов. Функции метрологических поверителей осуществляют специальные государственные службы.

Однако медико-биологические измерения и соответствующие средства измерений достаточно специфичны. Это привело к выделению в метрологии отдельного направления – медицинская метрология. Отметим некоторые отличия, характерные для медицинской метрологии и, частично, медицинского приборостроения.

Целесообразно создавать медицинские приборы, градуированные в единицах, значения которых являются конечной медицинской информацией.

Необходим оптимальный интервал времени между проведением измерения и получением конечной медицинской информации.

При метрологическом нормировании создаваемого аппарата следует учитывать медицинские показания достаточной точности результатов для получения диагностического вывода. Необходимо терминологическое согласование названий медицинских приборов и требований метрологических стандартов (например, электрокардиограф – это милливольтметр с регистратором показаний). В методиках метрологических поверок следует учитывать специфику биологических объектов (условия проведения измерений, состояние объекта измерения, соответствие нормам лабораторной пробы).

Естественно, при создании медицинской аппаратуры должны быть учтены и такие требования, как надежность, безопасность, санитарно-гигиенические требования.

1.5. ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ ПРОЯВЛЕНИЙ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Напомним, что методы физиологических исследований основаны на изучении проявлений и свойств жизнедеятельности биологических систем. К этой группе относят исследования механических, электрических, магнитных, тепловых и оптических свойств жизнедеятельности объекта.

К механическим проявлениям жизнедеятельности организма относят: перемещение, скорость, ускорение, изменения формы, объема, внутреннего давления; акустические явления, сопровождающие работу сердца, легких, кровеносной системы, костно-мышечного аппарата, желудочного тракта. В соответствии с этими проявлениями и возникли методы исследований, например, механокардиография, сфигмография, плетизмография, спирография и многие другие.

1.5.1. Механокардиография

Механокардиография – совокупность методов механической регистрации работы сердца.

Кардиограмма – запись (аналоговая или цифровая) работы сердца независимо от метода съема информации и от того, получена ли она на обнаженном сердце или косвенным путем.

Энергетической основой механокардиографии являются работа и мощность сердца. Для энергетической оценки будем считать, что механическая работа A_C , совершаемая сердцем, затрачивается на преодоление сил давления и сообщение кинетической энергии крови,

причем $A_C = A_L + A_P$, где A_L и A_P – работа, совершаемая левым и правым желудочками соответственно. Из исследований известно, что $A_P = 0,2 A_L$, тогда $A_C = 1,2 A_L$.

Рассчитаем работу, совершаемую при однократном сокращении левого желудочка. Возьмем V_y – ударный объем крови в виде цилиндра, который сердце продвигает по аорте сечением S на расстояние l при среднем давлении P . Совершаемая при этом работа

$$A_1 = F l = P S l = P V_y \quad (F=PS).$$

На сообщение кинетической энергии этому объему крови затрачивается работа

$$A_2 = m v^2 / 2 = (\rho V_y v^2) / 2 ,$$

где ρ – плотность крови, v – скорость крови в аорте. Тогда работа левого желудочка при сокращении сердца

$$A_L = A_1 + A_2 = P V_y + (\rho V_y v^2) / 2 ,$$

а всего сердца при однократном сокращении

$$A_C = 1,2 A_L = 1,2 V_y (P + (\rho v^2) / 2) .$$

Последняя формула справедлива как для покоя, так и для актив ного состояния организма, которые отличаются разной скоростью кровотока.

Вычислим работу разового сокращения сердца человека в состоянии покоя при следующих средних значениях параметров: $V_y = 60 \text{ мл} = 6 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3$; $\rho = 1,05 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$; $v = 0,5 \text{ м/с}$; $P = 13 \text{ кПа} = 100 \text{ мм рт. ст.}$. Выполнив расчеты, получим величину $A_C = 94,545 \cdot 10^{-2} \text{ Нм} \approx 1 \text{ Дж}$. Считая, что в среднем сердце совершает одно сокращение в секунду, выполненная работа за сутки составит $\sim 86400 \text{ Дж}$. При активной мышечной деятельности работа сердца может возрасти в несколько раз. Если учесть, что продолжительность систолы – около $0,3 \text{ с}$, то средняя мощность сердца за время одного сокращения – $\sim 3,3 \text{ Вт}$. Полученная энергетическая оценка говорит о том, что деятельность может быть исследована с применением простых механических датчиков и преобразователей.

Впервые кардиограмма была записана в 1863 году французским физиологом Мареем. Им же был сконструирован кардиограф открытого типа. Этот кардиограф представляет собой капсулу с гладкими краями, которую накладывают на грудь пациенту в месте сердечного толчка. Изменение давления внутри капсулы, создаваемое движением грудной стенки в месте сердечного толчка, передается пневмосистемой к регистрирующему устройству.

Позже были разработаны кардиографы закрытого типа. Датчик такого кардиографа (рис. 2.1) представляет собой цилиндрическую капсулу, нижняя

часть которой затянута резиновой мембраной с круговым выступом в центре, передающим на капсулу движение сердца.

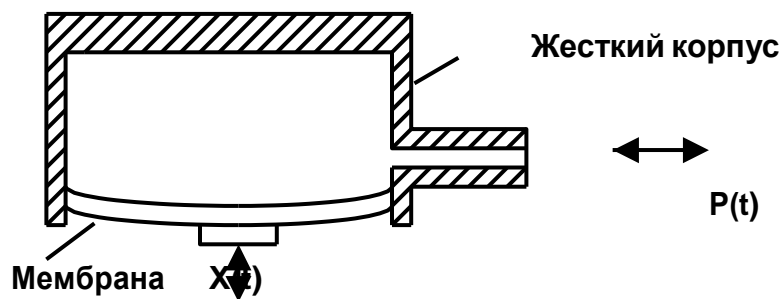


Рис. 2.1. Пневматический датчик механического кардиографа

Благодаря простоте устройства механические кардиографы закрытого типа получили распространение в период, предшествовавший развитию электрокардиографической техники. В настоящее время механические исследования сердечной деятельности нашли свое выражение в методах апекскардиографии и баллистокардиографии.

Апекскардиография – методика регистрации верхушечного толчка сердца (в узком смысле – именно механическая кардиография).

Для записи апекскардиограммы (АКГ) устройство съема информации закрепляют на грудной клетке непосредственно над местом отчетливой пульсации верхушечного толчка. АКГ представляет собой периодическую кривую (рис. 2.2), состоящую из одной большой положительной волны, занимающей начальную часть каждого цикла сердечного сокращения.

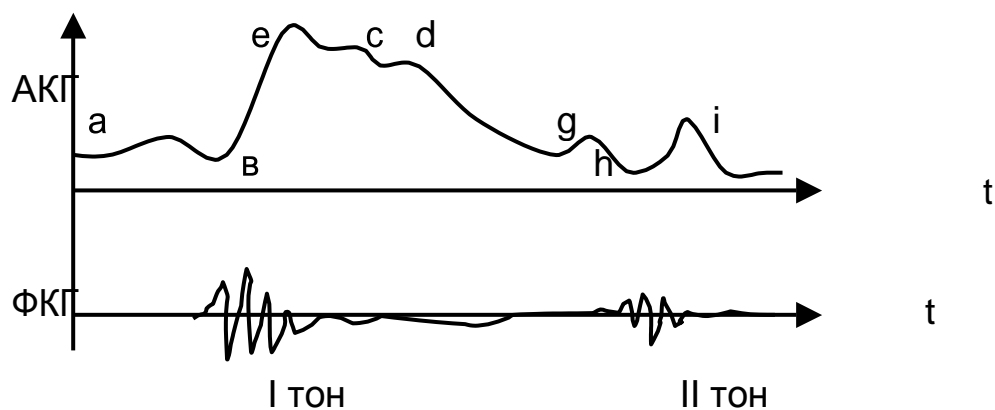


Рис. 2.2. Основные элементы апекскардиограммы

Каждый характерный экстремум графической записи механокардиограмм принято обозначать буквами латинского алфавита, что нашло свое отражение и на кривой АКГ.

Однако не все элементы АКГ находят отражение в реальных записях. Это связано с тем, что толчок по-разному проецируется на грудную стенку, в частности, когда толчок направлен в ребро, а не в межреберье, тем самым плохо воздействуя на устройство съема. В результате АКГ у разных лиц, а также у одного и того же лица, но в разное время могут существенно отличаться по форме. Такой полиморфизм АКГ может быть связан и с разной силой прижатия датчика к грудной клетке, вариациями ее формы, разной толщиной подкожного слоя.

Поэтому методика АКГ применяется главным образом для оценки фаз сердечного цикла по временным интервалам между характерными точками АКГ путем сопоставления с соответствующими элементами электрокардиограммы и фонокардиограммы (ФКГ).

2. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ.

Практические занятия по дисциплине «Медицинская электроника» дополняют лекции. На практических занятиях происходит защита рефератов, выполнение контрольной работы, сдача коллоквиума.

3. ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

3.1 Общие рекомендации по организации внеаудиторной самостоятельной работы

В высшей школе студент должен, прежде всего сформировать потребность в знаниях и научиться учиться, приобрести навыки самостоятельной работы, необходимые для непрерывного самосовершенствования, развития профессиональных и интеллектуальных способностей.

Самостоятельная работа – это процесс активного, целенаправленного приобретения студентом новых для него знаний и умений без непосредственного участия преподавателей.

Для успешной самостоятельной работы студент должен планировать свое время и за основу рекомендуется брать рабочую программу учебной дисциплины.

При организации самостоятельной работы следует взять за правило:

- учиться ежедневно, начиная с первого дня семестра, пропущенные дни будут потеряны безвозвратно;
- чтобы выполнить весь объем самостоятельной работы, необходимо заниматься по 3–5 часов ежедневно;
- начиная работу, надо выбрать что-нибудь среднее по трудности, затем перейти к более трудной работе, и напоследок оставить легкую часть, требующую не столько больших интеллектуальных усилий, сколько определенных моторных действий.

Виды заданий для внеаудиторной самостоятельной работы, их содержание и характер могут иметь вариативный и дифференциальный характер, учитывать специфику специальности, изучаемой дисциплины, индивидуальные особенности студента.

Видами заданий для внеаудиторной самостоятельной работы могут быть:

<i>для овладения знаниями</i>	<i>для закрепления и систематизации знаний</i>	<i>для формирования умений</i>
чтение текста (учебника, первоисточника, дополнительной литературы)	работа с конспектом лекции	решение задач и упражнений по образцу
составление плана текста	повторная работа над учебным материалом	решение вариантных задач и упражнений

конспектирование текста	составление таблиц для систематизации учебного материала	выполнение расчетно-графических работ
работа со словарями и справочниками	изучение нормативных материалов	решение ситуационных профессиональных задач
работа с нормативными документами	ответы на контрольные вопросы	подготовка к выполнению физического эксперимента
научно-исследовательская работа	аналитическая обработка текста	проектирование и моделирование разных видов и компонентов профессиональной деятельности
использование аудио- и видеозаписей, компьютерной техники, Интернет и др.	подготовка сообщений к выступлению на семинаре, конференции	подготовка докладов по темам
создание мультимедийных презентации	подготовка рефератов, докладов	рефлексивный анализ профессиональных умений, с использованием мультимедийной техники

Ниже представлены рекомендации по организации работы по основным видам самостоятельной внеаудиторной деятельности студентов по дисциплине «Медицинская электроника».

3.2 Работа с учебно-методическим и информационным обеспечением

Важной составляющей самостоятельной внеаудиторной подготовки по всем типам занятий является работа с литературой. Умение работать с литературой означает научиться осмысленно пользоваться учебно-методическим и другим информационным обеспечением дисциплины.

Для изучения дисциплины вся рекомендуемая литература подразделяется на основную и дополнительную и приводится в п. 10 рабочей программы дисциплины.

К основной литературе относятся источники, необходимые для полного и твердого усвоения учебного материала (учебники и учебные пособия).

Поскольку в учебной литературе (учебниках) зачастую остаются неосвещенными современные проблемы, а также не находят отражение новые документы, события, явления, научные открытия последних лет, то рекомендуется для более углубленного изучения программного материала дополнительная литература.

Прежде чем приступить к чтению, необходимо запомнить или записать выходные данные издания: автор, название, издательство, год издания, название интересующих глав.

Содержание (оглавление) дает представление о системе изложения ключевых положений всей публикации и помогает найти нужные сведения.

Предисловие или введение книги поможет установить, на кого рассчитана данная публикация, какие задачи ставил перед собой автор, содержится краткая информация о содержании глав работы. Иногда полезно после этого посмотреть послесловие или заключение. Это помогает составить представление о степени достоверности или научности данной книги.

Изучение научной учебной и иной литературы требует ведения рабочих записей. Форма записей может быть весьма разнообразной: простой или развернутый план, тезисы, цитаты, конспект. Такие записи удлиняют процесс проработки, изучения книги, но способствуют ее лучшему осмыслению и усвоению, выработке навыков кратко и точно излагать материал. При изучении литературы особое внимание следует обращать на новые термины и понятия. Записи позволяют восстановить в памяти ранее прочитанное без дополнительного обращения к самой книге.

Процесс изучения дисциплины предполагает также активное использование информационных технологий при организации своей познавательной деятельности.

Наличие огромного количества материалов в Сети и специализированных поисковых машин делает Интернет незаменимым средством при поиске информации в процессе обучения.

Однако при использовании интернет-ресурсов следует учитывать следующие рекомендации:

- необходимо критически относиться к информации;
- следует научиться обрабатывать большие объемы информации, представленные в источниках, уметь видеть сильные и слабые стороны, выделять из представленного материала наиболее существенную часть;
- необходимо избегать плагиата, поэтому, если текст источника остается без изменения, необходимо сделать ссылки на автора работы.

3.3 Самостоятельное изучение и конспектирование отдельных тем

Для подготовки конспекта рекомендуется использовать основную и дополнительную литературу.

При написании конспекта придерживайтесь следующих рекомендаций.

1. Прежде чем приступить к чтению, необходимо записать выходные данные издания: автор, название, издательство, год издания.
2. Внимательно прочитайте текст.
3. Уточните в справочной литературе непонятные слова. При записи не забудьте вынести справочные данные на поля конспекта.
4. Выделите главное, составьте план.

5. Кратко сформулируйте основные положения текста, отметьте аргументацию автора.

6. Законспектируйте материал, четко следуя пунктам плана.

При конспектировании старайтесь выразить мысль своими словами. Записи следует вести четко, ясно. Грамотно записывайте цитаты, учитывайте лаконичность, значимость мысли. В тексте конспекта желательно приводить не только тезисные положения, но и их доказательства. При оформлении конспекта необходимо стремиться к емкости каждого предложения.

3.4 Подготовка к текущему и промежуточному контролю

Подготовка к коллоквиуму. Коллоквиум – одна из форм контроля полученных теоретических знаний. Коллоквиум это вид занятия, на котором обсуждаются отдельные части, разделы, темы, вопросы изучаемого курса.

При подготовке к коллоквиуму следует, прежде всего, просмотреть конспект лекций и отметить в нем имеющиеся вопросы коллоквиума. Если какие – то вопросы вынесены преподавателем на самостоятельное изучение, следует обратиться к учебной литературе, рекомендованной преподавателем.

Целесообразно при подготовке к коллоквиуму выписать в отдельную тетрадь ответы на все вопросы коллоквиума – вне зависимости от того, есть ли они в материалах лекций, или были изучены по учебной литературе.

Также при подготовке к коллоквиуму рекомендуется читать вслух ответы на вопросы – это способствует развитию речи и улучшает восприятие и запоминание информации. Для лучшего усвоения основных физических законов рекомендуется прописывать формулы несколько раз на отдельном листе, а затем воспроизвести ее в контексте ответа на вопрос.

Для самопроверки рекомендуется провести следующий опыт: при закрытой тетради и т.п., положив перед собой список вопросов для подготовки к коллоквиуму, попытаться ответить на любые вопросы из этого списка.

Подготовка к контрольной работе. Контрольная работа направлена на проверку умений студентов применять полученные теоретические знания в отношении определенной конкретной задачи.

Подготовка к контрольной работе включает: повторение теоретического материала по тематике контрольной работы.

Подготовка к промежуточной аттестации. Формами промежуточной аттестации (контроля) являются экзамен и зачет. Экзамен (зачет) может проводиться в виде письменного опроса с последующим собеседованием или с применением тестирования.

Экзамен (зачет) – форма проверки полученных теоретических и практических знаний, их прочность, развитие творческого мышления, приобретение навыков самостоятельной работы, умения синтезировать полученные знания.

Основная цель подготовки к экзамену (зачету) – достичь понимания физических законов и явлений, а не только механически заучить материал.

Рекомендации по подготовке к экзаменационному (зачетному) тесту представлены выше.

Подготовка к устной сдаче экзамена (зачета) включает в себя несколько основных этапов:

- просмотр программы учебного курса;
- определение необходимых для подготовки источников (учебников, дополнительной литературы и т.д.) и их изучение;
- использование конспектов лекций, материалов практических занятий;
- консультирование у преподавателя.

Для успешной сдачи экзамена рекомендуется соблюдать несколько правил.

1. Подготовка к экзамену (зачету) начинается с первого занятия по дисциплине, на котором аспиранты получают общую установку преподавателя и перечень основных требований к текущей и промежуточной аттестации. При этом важно с самого начала планомерно осваивать материал, руководствуясь, прежде всего перечнем вопросов к экзамену, конспектировать важные для решения учебных задач источники.

2. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до экзамена (зачета). В течение этого времени нужно успеть повторить и систематизировать изученный материал.

3. За несколько дней перед экзаменом (зачетом) распределите вопросы равномерно на все дни подготовки, возможно, выделив последний день на краткий повтор всего курса.

4. Каждый вопрос следует проработать по конспекту лекций, по учебнику или учебному пособию. В процессе подготовки к экзамену (зачету) при изучении того или иного физического закона, кроме формулировки и математической записи закона, следует обратить внимание на опыты, которые обнаруживают этот закон и подтверждают его справедливость, границы и условия его применимости.

Для лучшего запоминания материала целесообразно работать с карандашом в руках, записывая выводимые формулы, изображая рисунки, схемы и диаграммы в отдельной тетради или на листах бумаги.

5. После повтора каждого вопроса нужно, закрыв конспект и учебники, самостоятельно вывести формулы, воспроизвести иллюстративный материал с последующей самопроверкой.

6. Все трудные и не полностью понятые вопросы следует выписывать на отдельный лист бумаги, с последующим уточнением ответов на них у преподавателя на консультации.

7. При ответе на вопросы билета студент должен продемонстрировать знание теоретического материала и умение применить при анализе качественных и

количественных задач. Изложение материала должно быть четким, кратким и аргументированным.

3.5 Подготовка к другим видам работ

Подготовка реферата. Цель реферата – раскрыть предложенную тему путем приведения каких-либо аргументов. Реферат не может содержать много идей. Он отражает только один вариант размышлений и развивает его. При написании реферата старайтесь четко отвечать на поставленный вопрос и не отклоняйтесь от темы.

Написание реферата предполагает изложение самостоятельных рассуждений по теме, выбранной студентом и связанной с тематикой курса.

Подготовка к написанию реферата. Прежде чем составлять план реферата, убедитесь в том, что вы внимательно прочитали и правильно поняли тему, поскольку она может быть интерпретирована по-разному, а для того чтобы ее осветить, существует несколько подходов, следовательно, необходимо будет выбрать вариант подхода, которому будете следовать, а также иметь возможность обосновать ваш выбор. При этом содержание выбранной темы может охватывать широкий спектр проблем, требующих привлечения большого объема литературы. В этом случае следует освещать только определенные аспекты этой темы.

Прежде чем приступить к написанию реферата, проанализируйте имеющуюся у вас информацию, а затем составьте тезисный план.

Структура реферата: введение, основная часть (развитие темы), заключение, библиографический список.

Введение должно включать краткое изложение вашего понимания и подход к теме реферата.

Основная часть предполагает развитие структурированной аргументации и анализа по теме, а также их логическое обоснование исходя из имеющихся данных, других аргументов и позиций по этому вопросу. Следует избегать повторов.

Необходимо писать коротко, четко и ясно, придерживаясь следующих требований:

- структурно выделять разделы и подразделы работы;
- логично излагать материал;
- обосновывать выводы;
- приветствуется оригинальность выводов;
- отсутствие лишнего материала, не имеющего отношение к работе;
- способность построить и доказать вашу позицию по определенным проблемам на основе приобретенных вами знаний;
- аргументированное раскрытие темы на основе собранного материала.

Заключение. В этом разделе должна содержаться информация о том, насколько удалось достичь поставленной цели. Эта часть реферата может

представлять собой основные выводы по каждому разделу основной части реферата, в ней отмечается значимость выполненной работы, предложения по возможному практическому использованию результатов работы и целесообразность ее продолжения.

Библиографический список должен содержать только те источники информации, которые имеют прямое отношение к работе и использованы в ней. Библиографический список должен быть составлен в соответствии с ГОСТом АмГУ.

Подготовка презентации и доклада.

Доклад – сообщение по выбранной теме. Любое устное выступление должно удовлетворять *трем основным критериям*, которые в конечном итоге и приводят к успеху:

- это критерий правильности, т.е. соответствия языковым нормам;
- критерий смысловой адекватности, т.е. соответствия содержания выступления реальности;
- критерий эффективности, т.е. соответствия достигнутых результатов поставленной цели.

Докладчик должен знать и уметь: сообщать новую информацию, использовать технические средства, хорошо ориентироваться в теме, отвечать на заданные вопросы, четко выполнять установленный регламент.

Рекомендуемая структура выступления.

Работа по подготовке устного выступления начинается с формулировки темы.

Само выступление должно состоять из трех частей – вступления (10-15% общего времени), основной части (60-70%) и заключения (20-25%).

Вступление включает в себя представление авторов, название доклада, цель, задачи, актуальность темы, четкое определение стержневой идеи.

Основная часть. Раскрывается суть затронутой темы – строится по принципу отчета. Задача основной части – представить достаточно материала для раскрытия темы. План развития основной части должен быть ясным. Должно быть отобрано оптимальное количество фактов и необходимых примеров. Логическая структура строится с помощью наглядных пособий, визуальных материалов (презентаций).

Заключение – ясное, четкое обобщение и краткие выводы.

Презентация как документ представляет собой последовательность сменяющих друг друга слайдов. Для подготовки презентации рекомендуется использовать :PowerPoint, MSWord, AcrobatReader, LaTeX-овский пакет beamer. Компьютерную презентацию, сопровождающую выступление докладчика, удобнее всего подготовить в программе MS PowerPoint.

Для подготовки презентации необходимо собрать и обработать начальную информацию.

Рекомендуемая последовательность подготовки презентации.

1. Четко сформулировать цель, задачи и актуальность выбранной темы.
2. Определить формат презентации.
3. Отобрать всю содержательную часть для презентации и выстроить логическую цепочку подачи информации.
4. Определить ключевые моменты и содержание текста и выделить их.
5. Определить виды визуализации (иллюстрации, таблицы, графики, диаграммы и т.д.) для отображения их на слайдах в соответствии с логикой, целью и спецификой информации.
6. Подобрать дизайн и форматировать слайды (количество картинок и текста, их расположение, цвет и размер). Особо тщательно необходимо отнестись к оформлению презентации. Для всех слайдов презентации по возможности необходимо использовать один и тот же шаблон оформления, кегль – для заголовков - не меньше 24, для информации - для информации не менее 18. Яркие краски, сложные цветные построения, излишняя анимация, выпрыгивающий текст или иллюстрация — не самое лучшее дополнение к научному докладу. Таблицы и диаграммы размещаются на светлом или белом фоне. Также нежелательны звуковые эффекты в ходе демонстрации презентации. Для лучшей ориентации в презентации по ходу выступления лучше пронумеровать слайды.
7. Проверить визуальное восприятие презентации. После подготовки презентации необходима репетиция выступления.

Практические советы по подготовке презентации:

- готовьте отдельно: печатный текст + слайды ;
- слайды визуальная подача информации, которая должна содержать минимум текста, максимум изображений, несущих смысловую нагрузку, выглядеть наглядно и просто;
- текстовое содержание презентации - устная речь или чтение, которая должна включать аргументы, факты, доказательства;
- рекомендуемое число слайдов 17-22;
- обязательная информация для презентации: тема, фамилия и инициалы выступающего, краткие выводы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Рекомендации по организации самостоятельной работы обучающихся: учеб. пособие / Е.М. Емышева [и др.]. – Москва: Изд-во РГТУ, 2013.– 125 с.
<https://www.rsuh.ru/upload/iblock/c70/c70c10002f5932ab48798aae10f5a351.do>
2. Кесаманлы, Ф.П. Физика. Как правильно организовать самостоятельную работу при выполнении учебных экспериментов: метод. пособие / Ф.П. Кесаманлы, В.М. Коликова. –СПб.: Изд-во Политехнического ун-та, 2007. – 56 с.
http://window.edu.ru/catalog/pdf2txt/048/37048/14061?p_page=2
3. Лызь, Н.А. Тенденции развития высшего образования / Н.А Лызь, А.Е. а: – Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2012. – 84 с. <http://www.twirpx.com/file/2332317>
4. Волькенштейн, М. В. Биофизика [Электронный ресурс] : учеб. / М. В. Волькенштейн. - 4-е изд., стер. - М. : Лань, 2012. - 608 с.
<http://e.lanbook.com/view/book/3898/>
5. Кожин А.А. Физические методы в медицине [Электронный ресурс]/ Кожин А.А.— Электрон. текстовые данные.— Ростов-на-Дону: Южный федеральный университет, 2010.— 295 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/47182>. — ЭБС «IPRbooks».
6. Огородников, И. Н. Микропроцессорная техника: введение в cortex-m3 : учебное пособие для вузов / И. Н. Огородников. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 116 с. — (Серия : Университеты России). — ISBN 978-5-534-02380-0. — Режим доступа : www.biblio-online.ru/book/8B6FE670-B75B-4DAA-B7FF-3E9AC40DAD10
7. Блохина, Марина Ефимовна. Руководство к лабораторным работам по медицинской и биологической физике [Текст] : учеб. пособие: доп. Мин. обр. РФ / М. Е. Блохина, И. А. Эссаулова, Г. В. Мансурова ; под ред. А. Н. Ремизова. - 3-е изд., стер. - М. : Дрофа, 2002. - 286 с. : рис., табл. - (Высшее образование). - ISBN 5-7107-
8. Сушков, А.Д. Вакуумная электроника. Физико-технические основы [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2004. — 464 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/639>. — Загл. с экрана.
9. Андросова Т.А. Медицинская электроника [Электронный ресурс] : учебное пособие / Т.А. Андросова, Е.Е. Юндина. — Электрон. текстовые данные. — Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2016. — 117 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66029.html>

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1. Организация лекционных занятий	4
1.1 Общие рекомендации по организации работы на лекции	4
1.2 Краткое содержание курса лекций	6
2. Организация практических занятий	6
3. Организация самостоятельной работы	23
3.1 Общие рекомендации по организации внеаудиторной самостоятельной работы	23
3.2 Работа с учебно-методическим и информационным обеспечением	24
3.3 Самостоятельное изучение и конспектирование отдельных тем	25
3.4 Подготовка к текущему и промежуточному контролю	26
3.5 Подготовка к другим видам работ	26
Библиографический список	31

Ульянычева Вера Федоровна

доцент кафедры физики АмГУ, канд. физ.-мат. наук