

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

Кафедра электронной техники и технологии

БИОСЕНСОРЫ И ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ

Методические указания
и контрольные задания
для студентов специальности
1-39 02 03 «Медицинская электроника»
заочной формы обучения

Минск БГУИР 2009

УДК 621.317.39.084.2(075.8)

ББК 32.96 04 я73

Б63

Составители :
Н. С. Собчук, В. Н. Ильин

Биосенсоры и преобразователи : метод. указания и контрольные задания для студ. спец. 1-39 02 03 «Медицинская электроника» заоч. формы обуч. / сост. Н. С. Собчук, В. Н. Ильин. – Минск : БГУИР, 2009. – 19 с.

Методические указания составлены на основе Образовательного стандарта № ОСРБ 1 30 02 03-2007 по специальности 1-39 02 03 «Медицинская электроника». Предназначены для закрепления и углубления теоретических знаний студентов заочной формы обучения, получаемых ими на аудиторных занятиях и в процессе самостоятельного изучения дисциплины.

В разработку включены рабочая программа дисциплины, тематика лабораторных и практических занятий, список литературы, рекомендации по изучению дисциплины и выполнению контрольных заданий, их варианты.

УДК 621.317.39.084.2(075.8)
ББК 32.96 04 я73

© Собчук Н. С., Ильин В. Н.,
составление, 2009
© УО «Белорусский государственный
университет информатики
и радиоэлектроники», 2009

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ, ЕЕ МЕСТО В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ.....	5
2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	7
3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	13
4. КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ	13
5. ЛИТЕРАТУРА	18

Библиотека БГУИР

ВВЕДЕНИЕ

Медицинская электронная аппаратура отличается высокой наукоемкостью изделий, работа которых связана с использованием разнообразных физико-технических эффектов, а производство основано на высокоэффективных, прогрессивных технологиях. При изготовлении электронных систем и приборов в качестве конструктивной и элементной базы электронных и функциональных устройств большой удельный вес имеют изделия микро-, опто- и функциональной электроники, а также микропроцессоры и ЭВМ. Но особое место занимают биосенсоры и преобразователи. Ведь для получения достоверной диагностической информации особенно важным является этап преобразования физико-технических параметров биологических и технических объектов в электрические сигналы и фиксирование электрических сигналов, вырабатываемых самим биообъектом, а также фильтрация помех и защита от негативного влияния электрических, магнитных и электромагнитных полей.

Процессом формирования электрических сигналов как эквивалентов параметров некоторого порождающего поля не заканчивается процедура получения диагностической информации. Необходима дальнейшая обработка электрических сигналов, с тем чтобы содержащаяся в них информация стала доступной для пользователя при ее предъявлении на устройствах отображения. Такая обработка осуществляется в специальных электронных блоках, совокупность и последовательность включения которых определяет структуру специальных технических средств обработки сигналов. Совокупность устройств сопряжения с биообъектом, обработки сигналов и отображения информации определяет полную структуру соответствующего технического средства медико-биологического назначения.

Одной из основных задач дисциплины «Биосенсоры и преобразователи» является ознакомление студентов с современными принципами построения, работы и применения биомедицинских сенсоров и измерительных преобразователей для лечебной медицинской аппаратуры, их метрологического обеспечения, производства и эксплуатации, а также приобретение навыков их расчета и конструирования.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ, ЕЕ МЕСТО В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Целью изучения дисциплины является изучение принципов построения, работы и применения биомедицинских сенсоров и измерительных преобразователей для лечебной медицинской аппаратуры, их метрологического обеспечения, производства и эксплуатации, а также приобретение навыков их расчета и конструирования.

Задачи изучения дисциплины:

- получить знания по физическим принципам, заложенным в основу биосенсоров и измерительных преобразователей (БСИП);
- овладеть аналитическими приемами представления измерительной процедуры и метрологических характеристик.
- изучить конструктивные особенности сенсоров и преобразователей как элементов медицинской аппаратуры, их структурные и функциональные схемы.

В результате изучения дисциплины студенты должны

знать:

- требования к биомедицинским датчикам и измерительным преобразователям для контроля различных физиологических параметров;
- методы отвода сигналов с биообъекта и их сравнительные свойства;
- конструкции, характеристики и особенности применения биомедицинских электродов;
- физические и электрические процессы, происходящие при съеме биоэлектрической активности с помощью электродов;
- особенности построения входных цепей биомедицинских приборов для регистрации биосигналов;
- принципы построения и конструирования усилителей биосигналов;
- принцип действия БСИП для съема различных неэлектрофизиологических параметров;

иметь представление:

- о материалах, применяемых при конструировании различных БСИП;
- о принципах построения измерительных преобразователей аналоговых биосигналов в цифровой код;
- о помехах, возникающих при съеме биоинформации, и способах борьбы с ними;
- о метрологическом обеспечении и испытании БСИП;

уметь:

- рационально выбирать физический принцип преобразования биосигнала;

- проектировать измерительные схемы сенсоров и вторичных преобразователей;
- рассчитывать параметры сигналов и метрологические характеристики устройств;
- проводить анализ технических характеристик БСИП и выбирать наиболее подходящие из них с учетом специфики регистрируемого физиологического процесса;
- проводить измерение характеристик основных типов датчиков согласно утвержденным методикам;
- оформлять конструкторскую документацию на БСИП.

Перечень дисциплин, усвоение которых необходимо для изучения данной дисциплины.

Дисциплина предназначена для общепрофессиональной подготовки студентов. Успешное освоение ее учебного материала может быть гарантировано знанием дисциплин «Физика», «Биомедицинская физика и механика», «Аналоговая системотехника СМЭ», «Цифровая и импульсная техника», «Микропроцессоры в СМЭ», а также других общетехнических дисциплин

Наименование дисциплины	Раздел, тема
Физика	Физические явления в проводниках и полупроводниках, оптические явления, энергетическая зонная теория, оптические, тепловые и электрофизические свойства материалов, природа магнетизма, фотоэффекта и др.
Биофизика	Импеданс органов человеческого тела, температурное поле, магнитное поле, мышечная энергетика и др.
Биохимия	Биологические жидкости, свойства и параметры, особенности кровотока и его динамические характеристики.
Аналоговая системотехника СМЭ, цифровая и импульсная техника, микропроцессоры в СМЭ	Электронные приборы, оптоэлектронные приборы, аналоговые и цифровые микросхемы, микропроцессорные комплекты.

Рассматриваемая дисциплина является базовой для таких дисциплин, как «Электронная лечебная аппаратура», «Приборы и системы функциональной диагностики», «Электронные средства лабораторной диагностики и экологического контроля».

Изучение разделов дисциплины, относящихся к БСИП неэлектрических величин, традиционно является наиболее трудным, так как требует широких знаний значительного числа физических явлений, используемых в датчиках.

Поэтому содержание тем данного раздела раскрыто в программе более подробно и глубоко.

Раздел «Электрохимические биосенсоры, биомедицинские электроды и микроэлектроды» ориентирует студентов не только на знание принципов их построения, но и на специфику их свойств, состава и применения.

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа курса «Биосенсоры и измерительные преобразователи» рассчитана на 31 час учебных аудиторных занятий: 10 часов лекций, 4 часа практических занятий и 17 часов лабораторных работ. Предусмотрена также самостоятельная работа студентов.

2.1. Введение. Основные положения и определения

Основные понятия и определения в области биомедицинских сенсоров и преобразователей. Место и роль сенсоров и измерительных преобразователей (ИП) в медицинской электронной аппаратуре для диагностики и лечения. Требования к сенсорам. Классификация биосенсоров и ИП. Генераторные и параметрические ИП. Используемые физические эффекты.

Источники биоинформации. Основные измеряемые современными биосенсорами величины, диапазоны значений, частотные диапазоны, применяемые преобразователи и методы.

2.2. Основные метрологические и технические характеристики БСИП

Метрологические и технические характеристики СИП. Передаточная характеристика, статическая характеристика преобразования (градуировочная характеристика). Динамические характеристики ИП.

Естественные пределы точности измерений с помощью СИП. Шумы. Повышение точности и помехоустойчивости ИП. Методы уменьшения погрешностей. Стабилизация реальной характеристики ИП. Компенсация погрешности. Коррекция погрешностей. Уменьшение динамической погрешности. Повышение помехоустойчивости ИП.

2.3. Принципы построения ИП неэлектрофизиологических величин

Структурные схемы приборов для измерения неэлектрических величин. Последовательное соединение ИП и его характеристики. Параллельное соединение ИП и его особенности. Дифференциальная схема соединения ИП и ее свойства. Логарифмическая схема соединения ИП и ее применение. Компенсационная схема соединения ИП, ее функционирование и использование. Обобщенные схемы включения параметрического и генераторного ИП.

СИП НЕЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

2.4. Резистивные сенсоры и измерительные преобразователи

Реостатные преобразователи: принцип действия и конструкция. Потенциометрическая схема включения реостатного преобразователя. Расчетные соотношения. Влияние нагрузки. Тензорезисторные сенсоры и преобразователи: принцип действия и конструкция. Схемы включения в неравновесный мост и в компенсационную схему. Погрешность тензорезисторного преобразователя.

2.5. Емкостные и пьезоэлектрические ИП

Принцип действия и конструкции емкостных ИП. Схемы включения недифференциального и дифференциального емкостных преобразователей. Погрешность емкостного преобразователя. Особенности применения емкостных преобразователей.

Пьезоэлектрические преобразователи. Прямой пьезоэлектрический эффект. Пьезоэлектрические материалы: кварц, пьезоэлектрическая керамика. Принцип действия пьезоэлектрического преобразователя. Расчетные соотношения. Погрешность пьезоэлектрического преобразователя.

Пьезорезистивные сенсоры. Химически селективные пьезоэлектрические биосенсоры на основе использования поверхностных и объемных акустических волн. Конструирование и технология пьезосенсоров.

2.6. Электромагнитные измерительные преобразователи

Индуктивные преобразователи: принцип действия и конструкция. Схемы включения индуктивных измерительных преобразователей. Расчетные формулы. Погрешности индуктивных преобразователей. Трансформаторные преобразователи: принцип действия и конструкция. Схемы включения. Погрешности трансформаторных преобразователей. Индукционные преобразователи: принцип действия и конструкция. Схемы включения. Погрешности индуктивных преобразователей.

Магнитоупругие преобразователи: принцип действия и конструкция. Схемы включения. Погрешности индуктивных преобразователей.

2.7. Магниточувствительные сенсоры и преобразователи

Измерение магнитного потока, магнитной индукции и напряженности магнитного поля. Использование измерительной катушки. Сенсоры на основе эффекта Холла. Устройство, принцип работы и схема включения элементов Холла. ИС с интегральными элементами Холла. Магниточувствительные полевые транзисторы, биполярные магнитодиоды и магнитотранзисторы: принцип построения, интегральные конструкции, параметры и применение.

2.8. Сенсоры и преобразователи температуры

Классификация тепловых преобразователей. Термоэлектрические преобразователи: принцип действия и конструкция. Схемы включения. Погрешности термоэлектрических преобразователей. Введение поправки на температуру свободных концов. Компенсационный метод измерения термоЭДС. Особенности построения усилителей сигналов термопар, подавление помех, обеспечение точности, компенсация температуры свободных концов термопар.

Термометры сопротивления. Металлические термометры сопротивления: принцип действия, конструкции, особенности измерения сопротивления, схемы включения. Компенсационный метод измерения сопротивлений.

Полупроводниковые терморезисторы (термисторы): принцип действия, конструкции, параметры, схемы включения, применение. Использование кремниевых диодов в качестве датчиков температуры. ИС-датчики температуры.

2.9. Оптоэлектронные сенсоры и преобразователи

Общие принципы построения и классификация оптоэлектронных преобразователей и их характеристики. Фотоэлектрические преобразователи: особенности применения и схемы включения. Дифференциальные схемы включения с двумя и одним преобразователем. Волоконно-оптические датчики: принцип действия, типы, воспринимаемые физические величины. Направления применения оптоэлектронных датчиков в медицине и биологии. Позиционно-чувствительные сенсоры. Детекторы цвета.

ИЗМЕРЕНИЕ НЕЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ

2.10. Общие принципы измерения неэлектрофизиологических величин

Общие принципы и закономерности преобразования механических величин в электрические. Использование свойств упругости материалов. Принципы преобразования, основанные на деформации. Принципы преобразования, основанные на механическом напряжении материалов.

Конструктивно-технологические варианты реализации механических сенсоров

2.11. Измерение основных механических величин

Измерение положения и перемещения. Измерение силы. Измерение скорости и ускорения. Примеры конструкций датчиков и преобразователей. Акселерометры. Принцип действия современных акселерометров, основные соотношения.

2.12. Измерение давления, расхода жидкостей и газов

Методы и средства измерения давления и разности давлений. Мембраны и их использование в сенсорах давления. Основные физико-математические закономерности, описывающие работу гибкой однородной мембраны при действии на нее давления. Мембранные датчики давления, основанные на измерении деформации мембраны. Использование тензорезисторов для измерения деформации мембраны.

Мембранный датчик с измерением емкости мембраны относительно неподвижного электрода. Оптико-волоконный датчик давления, основанный на измерении деформации мембраны.

Датчики давления, основанные на измерении механического напряжения в материале, принципы их построения, используемые физические эффекты. Использование пьезорезисторов для измерения величины механического напряжения в мембране при ее изгибе под действием внешнего давления.

Особенности корпусов интегральных датчиков давления. Компенсация влияния температуры на точность измерения. Измерение расхода жидкостей и газов: тахометрические, электромагнитные, ультразвуковые и другие датчики потока.

2.13. Датчики параметров сердечно-сосудистой системы

Характеристики деятельности сердечно-сосудистой системы. Датчики периферического пульса. Преобразователи для регистрации шумов сердца и фонокардиограмм. Электромагнитные датчики для регистрации сейсмокардиограммы. Измерительные преобразователи артериального давления. Фотодатчик кровенаполнения для измерения кровяного давления в периферических артериях. Применение датчиков для измерения абсолютного давления.

Преобразователи для прямого измерения внутрисосудистого давления и давления в полостях сердца. ИП для измерения внутричерепного давления.

Датчики насыщенности крови кислородом.

2.14. Датчики параметров системы дыхания

Характеристики внешнего и тканевого дыхания. Датчики частоты дыхания: контактные, резистивные, пневматические. Принцип действия, свойства. Датчик, фиксирующий изменения температуры потока воздуха в верхних дыхательных путях. Турбинный датчик для измерения объема вдыхаемого в выдыхаемого воздуха. Фотометрический датчик процентного содержания оксигемоглобина в периферической артериальной крови.

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ БИОСЕНСОРЫ, БИОМЕДИЦИНСКИЕ ЭЛЕКТРОДЫ И МИКРОЭЛЕКТРОДЫ

2.15. Электрохимические биосенсоры

Теоретические основы функционирования электрохимических сенсоров и их типы. Электролитический полуэлемент (полуячейка).

Потенциометрия. Уравнение Нернста. Образцовые электроды: водородный, каломельный, серебряно-хлорсеребряный. Мембранные ионно-селективные электроды. Стекляные электроды. Ионно-обменные мембраны. Газовые электроды. Вольтометрия. Схема трехэлектродной установки для вольтометрии. Типовые экспериментальные характеристики. Амперометрия в электрохимических ячейках. Кондуктометрия. Измерение проводимости.

Кондуктометрическая ячейка, ее эквивалентная схема и параметры. Применение кондуктометрии. Примеры кондуктометрических ячеек. Измерения биоимпеданса. Техника, эквивалентная схема, типовые результаты. Ферментные и иммунные сенсоры: принцип действия, примеры реализации.

2.16. Планарные электрохимические биосенсоры

Планарные электрохимические сенсоры. Технология мембран. Планарные потенциометрические сенсоры. Типовая конструкция ион-селективного полевого транзистора: базовая схема включения и использование. Планарные амперометрические сенсоры. Базовая структура сенсора кислорода и его характеристики. Датчик глюкозы. Планарные кондуктометрические сенсоры: базовая структура, типовые характеристики, схемы включения.

2.17. Биомедицинские электроды и их применение

Классификация биоэлектродов и требования к ним. Структура контакта «электрод – кожа». Образование гальванической ЭДС. Поляризация электродов. Измерение электродных потенциалов. Нормативные документы по электродам.

Эквивалентная схема кожно-электродного контакта. Металлические, емкостные, резистивно-емкостные и резистивные электроды. Частотные зависимости кожно-электродного импеданса. Конструкции электродов. Принципы применения электродов в клинической практике. Электродные пасты и жидкости. Электродные артефакты, их устранение. Электродные провода.

2.18. Микроэлектроды

Назначение микроэлектродов и область их применения. Конструкции микроэлектродов, используемые материалы, изготовление. Металлические и стеклянные микроэлектроды. Технология изготовления электродов. Заточка микроэлектродов. Особенности использования и эксплуатации микроэлектродов. Многоканальные микроэлектродные структуры в нейромедицине.

ВТОРИЧНЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ И БИОТЕЛЕМЕТРИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

2.19. Усилители биосигналов (УБС)

Особенности биоэлектрических генераторов и их учет при проектировании УБС. Методы отвода биосигналов с помощью электродов. Монополярное (однополюсное) и биполярное (двухполюсное) отведения: сущность, условия и примеры применения. Схема отведения с искусственным (усредненным) общим электродом. Взаимодействие входных цепей УБС с объектом. Искажения биосигналов при их съеме. Помехи, действующие на входе УБС. Методы борьбы с помехами во входных цепях. Синфазные помехи.

Схемотехнические принципы построения и расчет УБС на базе операционных усилителей и интегральных измерительных усилителей. Источники ошибок в УБС и их устранение (компенсация). Усилители биосигналов с гальваническим разделением входа и выхода.

2.20. Масштабирующие, нормализующие и коммутирующие ИП

Нормализация, масштабирование и коммутация измерительных сигналов. Масштабирующие ИП: построение, функционирование. Принципы построения и работы нормализующих преобразователей. Унификация выходных сигналов ИП. Коммутирующие ИП: назначение, разновидности, построение, элементы.

2.21. Аналого-цифровые преобразователи (АЦП)

Назначение и применение АЦП в системах сбора и обработки биомедицинской информации. Классификация и основные метрологические параметры АЦП. Принципы построения АЦП различных типов и их сравнительные характеристики. Выбор АЦП.

2.22. Цифроаналоговые преобразователи (ЦАП)

Назначение и применение ЦАП в средствах медицинской электроники. Классификация и основные метрологические параметры ЦАП. Принципы построения ЦАП различных типов.

2.23. Биотелеметрические системы

Биомедицинские телеметрические системы для передачи физиологической информации и удаленного контроля за пациентом. Общие принципы построения современных систем. Построение подсистемы сбора информации с множеством аналоговых датчиков биомедицинских параметров. Основные конфигурации системы сбора и преобразования информации с датчиков, их функционирование, назначение элементов, области применения.

ТЕМЫ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

1. Электроды для биомедицинских измерений.
2. Пьезоэлектрические преобразователи для регистрации физиологических параметров.
3. Усилители биоэлектрических сигналов.
4. Измерительные преобразователи сигналов в цифровой код.
5. Преобразователи температуры (резерв).

ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

1. Системный подход к проектированию измерительных преобразователей
2. Защита измерительных цепей от помех.

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Выполнение контрольной работы предусматривает не только изучение студентами учебной и методической литературы, но и самостоятельную работу со справочной и специальной научно-технической литературой, патентными и рекламно-информационными источниками. Это позволит приобрести навыки оценки по технико-экономическим критериям правильности выбора материалов, технологии, оборудования, средств механизации и автоматизации при изготовлении БСИП в конкретных условиях производства, а также выбора датчиков при проектировании средств медицинской электроники.

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

4. КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

Вариант 1

1. Инструментальные методы медико-биологических исследований.
2. Датчики, сенсоры, измерительные преобразователи.
3. Задача.

Вариант 2

1. Низкочастотные акустические исследования.
2. Общие свойства датчиков. Чувствительность. Диапазон, гистерезис.
3. Задача.

Вариант 3

1. Радио- и микроволновые исследования.
2. Погрешности датчиков. Характер проявления погрешностей.
3. Задача.

Вариант 4

1. Исследования на СВЧ.
2. Динамические характеристики датчиков. Конструкция. Основные требования.
3. Задача.

Вариант 5

1. Оптические исследования биообъектов.
2. Основные метрологические характеристики датчиков .
3. Задача.

Вариант 6

1. Рентгеновские и радиочастотные исследования.
2. Повышение точности и помехоустойчивости датчиков. Совершенствование алгоритмов, вспомогательные измерения, совершенствование аппаратной части.
3. Задача.

Вариант 7

1. Основные биофизические сигналы.
2. Структурные методы уменьшения погрешности. Последовательное соединение.
3. Задача.

Вариант 8

1. Обобщенная структурно-функциональная схема медико-биологических исследований с применением технических средств.
2. Структурные методы уменьшения погрешности. Дифференциальное соединение
3. Задача.

Вариант 9

1. Основные типы и характеристики применяемых биомедицинских датчиков (БМД). (Интегральные мультимикро-, тонкопленочные СКВИДы, гибридные активные электроды).
2. Структурные методы уменьшения погрешности. Логометрическое соединение.
3. Задача.

Вариант 10

1. Основные типы и характеристики применяемых БМД. (Термодатчики, гибридные датчики на основе оптопар, интегральные фотоприемные матрицы).
2. Резистивные сенсоры.
2. Задача.

Вариант 11

1. Основные типы и характеристики применяемых БМД. (Иончувствительные, датчики химсостава газов, биосенсоры, интегральные многопараметрические датчики.)
2. Измерительные мосты.
3. Задача.

Вариант 12

1. Биосенсоры. Принцип действия.
2. Тензорезистивные преобразователи. Схемы включения тензорезистивных преобразователей.
3. Задача.

Вариант 13

1. Биосенсоры. Разновидности биосенсоров. Биочип.
2. Емкостной преобразователь. Схемы включения емкостных преобразователей.
3. Задача.

Вариант 14

1. Биосенсоры. Схема и принцип действия глюкозного биосенсора.
2. Электромагнитные преобразователи. Виды индуктивных преобразователей. Функция преобразования индуктивных преобразователей. Дифференциальные индуктивные преобразователи. Схема включения индуктивных преобразователей.
3. Задача.

Вариант 15

1. Биосенсоры на основе других материалов кроме глюкозы.
2. Трансформаторные преобразователи с двумя обмотками. Дифференциальные трансформаторные преобразователи. Погрешности трансформаторных преобразователей.
3. Задача.

Вариант 16

1. Электроды. Классификация электродов по конструкции и областям применения.

2. Магнитоупругие преобразователи. Конструкции магнитоупругих преобразователей. Чувствительность магнитоупругих преобразователей. Магнитоупругие анизотропные преобразователи. Схема включения.

3. Задача.

Вариант 17

1. Требования к объемным электродам. Структура контакта «электрод – кожа». Поляризационные свойства электродов.

2. Пьезоэлектрические эффекты. Материалы для пьезоэлектрических преобразователей. Классификация пьезоэлектрических преобразователей и их принцип действия.

3. Задача.

Вариант 18

1. Проблемы и перспективы биосенсоров.

2. Ионизационная камера. Газоразрядный счетчик. Полупроводниковый детектор и сцинтиляционный счетчик.

3. Задача.

Вариант 19

1. Эквивалентные схемы электродов.

2. Электрохимический простой преобразователь. Высокочастотный электрохимический преобразователь.

3. Задача.

Вариант 20

1. Микроэлектроды. Металлические микроэлектроды.

2. Волоконно-оптические датчики с волокном в качестве чувствительного элемента.

3. Задача.

Вариант 21

1. Стекланные микроэлектроды.

2. Датчики на основе интерференции.

3. Задача.

Вариант 22

1. Основные свойства и характеристики микроэлектродов.

2. Датчик с отражательной диафрагмой. Датчик концентрации химических веществ.

3. Задача.

Вариант 23

1. Усилители мембранных биопотенциалов.

2. Термоэлектрические датчики для оценки состояния кровеносных сосудов глаза. Термоэлектрические датчики для оценки состояния кожи.
3. Задача.

Вариант 24

1. Компенсация емкости в усилителях мембранных биопотенциалов.
2. Гальваномагнитные преобразователи и их разновидности. Эффект Холла и датчик Холла. Основные параметры датчика Холла. Условия теплообмена в датчике Холла.
3. Задача.

Вариант 25

1. Измерение мембранной проводимости. Процедура измерения при применении электродов в схемах на переменном токе.
2. Сверхпроводящие квантовые интерференционные датчики.
3. Задача.

Вариант 26

1. Особенности использования и эксплуатации микроэлектродов. Многоканальные микроэлектроды.
2. Датчики параметров сердечно-сосудистой системы.
3. Задача.

Вариант 27

1. Ионно-селективные электроды.
2. Датчики параметров дыхательной системы.
3. Задача.

ЛИТЕРАТУРА

ОСНОВНАЯ

1. Теория и проектирование диагностической электронно-медицинской аппаратуры : учеб. пособие / В. М. Ахутин [и др.]. – Л. : ЛГУ, 1980. – 148 с.
2. Бакалов, В. П. Методы биотелеметрии / В. П. Бакалов. – Л. : Наука, 1983. – 176 с.
3. Датчики измерительных систем : В 2 кн. / Аш Ж. [и др.]. – М. : Мир, 1992. – 480 с.
3. Фрайден, Дж. Современные датчики / Дж. Фрайден. – М. : Техносфера, 2005. – 589 с
4. Бакалов, В. П. Прикладные аспекты биотелеметрии / В. П. Бакалов, М. М., Миррахимов. – Фрунзе : Илим, 1979. – 272 с.
5. Жуковский, В. Д. Медицинские электронные системы / В. Д. Жуковский. – М. : Медицина, 1976. – 312 с.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ

6. Лакомкин А.И. Электрофизиология. – М. : Высш. шк., 1977. – 232 с.
7. Современные методы биофизических исследований: практикум по биофизике: учеб. пособие / под ред. А. Б. Рубина. – М. : Высш. шк., 1988. – 358 с.
8. Медицинская электронная аппаратура для здравоохранения / Л. Кромвелл [и др.]; пер. с англ. – М. : Радио и связь, 1981. – 344 с.
9. Катона, З. Электроника в медицине / З. Катона; пер. с венг. – М. : Сов. радио, 1980. – 144 с.
10. Волошин, М. Я. Электрофизиологические методы исследования головного мозга в эксперименте / М. Я. Волошин. – Киев : Наук. думка, 1987. – 171 с.
11. Бахтияров, Г.Д., Аналого-цифровые преобразователи / Г. Д. Бахтияров, В. В. Малинин, В. П. Школин; под ред. Г. Д. Бахтиярова. – М.: Сов. радио, 1980. – 280 с.
12. Волоконно-оптические датчики / Т. Окоси [и др.]; пер. с яп. – Л. : Энергоатомиздат, 1990. – 256 с.
13. Измерение электрических и неэлектрических величин : учеб. пособие для вузов / под общ. ред. Н. Н. Евтихиева. – М. : Энергоатомиздат, 1990. – 352 с.
14. Алиев, Т. М., Измерительная техника : учеб. пособие для техн. вузов / Т. М. Алиев, А. А. Тер-Хачатуров. М.: Высш. шк., 1991. – 352 с.
15. Методы электрических измерений: учеб. пособие для вузов / Л. Г. Журавин [и др.]; под ред. Э. И. Цветкова. – Л. : Энергоатомиздат, 1990. – 288 с.
16. Баевский, Р. М., Физиологические измерения в космосе / Р. М. Баевский М: Наука, 1970. – 253 с.
17. Орлов, Ю. Н. Электрические измерения параметров биообъектов и биопроб / Ю. Н Орлов. – М. : МГТУ, 1989. – 38 с.
18. Виглеб, Г. Датчики / Г. Виглеб. – М. : Мир, 1989. – 196 с.

Учебное издание

БИОСЕНСОРЫ И ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ

Методические указания
и контрольные задания
для студентов специальности
1-39 02 03 «Медицинская электроника»,
заочной формы обучения

С о с т а в и т е л и:
Собчук Николай Сергеевич
Ильин Виктор Николаевич

Редактор М. В. Тезина
Корректор Е. Н. Батурчик

Подписано в печать 02.02.2009.
Гарнитура «Таймс».
Уч.-изд. л. 1,0.

Формат 60×84 1/16.
Печать ризографическая.
Тираж 100 экз.

Бумага офсетная.
Усл. печ. л. 1,28.
Заказ 340.

Издатель и полиграфическое исполнение: Учреждение образования
«Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»
ЛИ №02330/0056964 от 01.04.2004. ЛП №02330/0131666 от 30.04.2004.
220013, Минск, П. Бровки, 6